



IOAN BÎCA

GEOMORFOLOGIE

aplicată la activitățile agrementale sportive

Presă Universitară Clujeană

IOAN BÎCA

•

GEOMORFOLOGIE

aplicată la activitățile agrementale sportive

IOAN BÎCA

GEOMORFOLOGIE

aplicată la activitățile agrementale sportive

PRESA UNIVERSITARĂ CLUJEANĂ

2022

Referenți științifici:

Prof. univ. dr. Dănuț Petrea

Prof. univ. dr. Călin C. Pop

ISBN 978-606-37-1554-9

© 2022 Autorul volumului. Toate drepturile rezervate.
Reproducerea integrală sau parțială a textului, prin orice
mijloace, fără acordul autorului, este interzisă și se pedep-
sește conform legii.

Universitatea Babeș-Bolyai
Presa Universitară Clujeană
Director: Codruța Săcelean
Str. Hasdeu nr. 51
400371 Cluj-Napoca, România
Tel./fax: (+40)-264-597.401
E-mail: editura@ubbcluj.ro
<http://www.editura.ubbcluj.ro>

Cuprins

Cuvânt înainte.....	7
Introducere.....	11
I. Substratul pe care se desfășoară activitățile agrementale și sportive montane.....	15
1. Rocile.....	15
1.1. Tipuri de roci.....	15
1.2. Proprietățile rocilor	18
1.3. Proprietățile mecanice.....	23
1.4. Transformarea rocilor	24
2. Solurile.....	29
3. Zăpada	34
3.1. Tipuri de fulgi	34
3.2. Proprietățile zăpezii	35
3.3. Tipuri de ninsori	41
3.4. Tipuri de zăpadă.....	41
3.5. Relieful cuverturii de zăpadă.....	44
3.6. Procesele care afectează zăpada	51
4. Gheața.....	54
4.1. Criosfera.....	54
4.2. Caracteristicile fizice ale gheții	58
4.3. Tipologia ghețarilor de munte	59

4.4. Morfologia ghețarilor de munte	60
4.5. Morfologia ghețarilor de calotă	66
4.6. Gheața de pe râuri	67
4.7. Gheața de pe lacuri.....	70
4.8. Gheața din peșteri.....	72
II. Relieful	75
1. <i>Parametrii morfometrici ai reliefului</i>	75
2. <i>Parametrii morfografici ai reliefului</i>	80
3. <i>Suprafețe tehnice</i>	85
III. Problema riscurilor și hazardurilor geomorfologice în cadrul activităților agrementale sportive	89
Bibliografie	93

Cuvânt înainte

Lucrarea științifică propusă spre publicare de către Dl. Dr. Ioan Bîca, se remarcă prin caracterul oarecum inedit al problematicii abordate (cel puțin în context național) conferit de maniera originală prin care autorul pune în valoare cunoștințe fundamentale de geomorfologie generală cu scopul de a le face accesibile și, totodată, extrem de utile tuturor persoanelor care desfășoară activități agrementale, turistice și sportive pe munte dar și în alte unități de relief. Chiar dacă vizează un grup țintă mai larg, cu siguranță, abordarea propusă de autor este destinată în primul rând formării specialiștilor în domeniul turismului, în principal a studenților și a celor potențial interesați de activități de ghidaj turistic sau de elaborarea pachetelor de produse turistice personalizate prin activități sportive și de agrement.

Demersul posedă în mod convingător valențe de ordin teoretic și pragmatic vizând, deopotrivă, o problematică de certă actualitate dată fiind expansiunea considerabilă a fenomenului turistic montan în anii din urmă datorită modernizării și extinderii rețelei rutiere de acces și a altor facilități infrastructurale (de cazare și de agrement).

În contextul referențial subliniat mai sus, autorul a conceput un plan de abordare axat pe trei direcții principale ce implică, fiecare dintre ele, principalii factori de factură geomorfologică care influențează în mod necesar actul turistic indiferent de tipul său și scopul în care se realizează. Este vorba, în primul rând, de substrat, înțelegându-se prin acesta natura suprafeței în sensul alcătuirii, consistenței și comportamentului său extrem de variabil în spațiu și timp. Astfel, autorul trece în revistă succesiv principalele tipuri de suprafețe (rocile, solurile, apa, zăpada și gheața) reușind o remarcabilă sinteză a celor mai relevante categorii tipologice pentru fiecare clasă în parte, insistând totodată pe descrierea proprietăților definitorii de formă și stare ale substratului care pot facilita sau influența (în mod benefic sau, dimpotrivă, nefast) derularea activităților agrementale și sportive din spațiile montane.

În mod evident spațializarea elementelor menționate mai sus și, cu precădere, a substratului geologic dar nu numai, se realizează într-o manieră covârșitoare prin manifestarea reliefului în sens geomorfologic problematică abordată în cadrul celei de-a doua secțiuni a lucrării. În cadrul acesteia tinerii aspiranți la inițierea pentru drumeție sau activitate sportive montană pot să deprindă și să înțeleagă cu ușurință care sunt elementele de referință ale reliefului din punct de vedere morfometric și morfografic și, totodată, cum să se raporteze la fiecare dintre acestea în mod concret.

Secțiunea finală este consacrată sublinierii pericolelor potențiale ce pot surveni în derularea activităților agrementale și sportive în ariile montane datorită ocurenței hazardurilor

naturale, îndeosebi a celor geomorfologice, hidrice și climatice care, inevitabil, pot antrena riscuri sociale pentru siguranța și integritatea turiștilor.

Apreciem că evidențierea, fie și succintă, a elementelor subliniate mai sus, având certă semnificație teoretică și practică (fără a mai insista pe coerența și calitatea limbajului științific – corect și deopotrivă extrem de accesibil), justifică, după opinia noastră, aprecierea că studiul propus spre publicare de către Dl. Dr. Ioan Bîca reprezintă lucrare științifică merituoasă și deosebit de utilă pentru dobândirea competențelor celor interesați (studenți și masteranzi îndeosebi) de experiențele montane atât sub aspect profesional cât și ca activitate diversă dedicate agrementului și sănătății.

Prof. univ. dr. DĂNUȚ PETREA
Facultatea de Geografie
Universitatea Babeș-Bolyai Cluj-Napoca

Introducere

Persoanele care desfășoară activități agrementale, turistice și sportive pe munte se confruntă cu o serie de probleme, pe care trebuie să le depășească, să le stăpânească și să le înțeleagă pentru reușita în plan personal, social și economic. Este vorba de:

a) natura și parametrii suprafețelor pe care se face deplasarea:

- teren fragmentat, înclinat și accidentat, teren descoperit sau cu vegetație, suprafețe stâncoase sau acoperite cu zăpadă și gheață;

b) adaptarea organismului la mare altitudine;

- răul de altitudine, datoria de oxigen, accentuarea senzației de frig și umezeală, producerea degerăturilor, creșterea stresului bioclimatic pulmonar și cutanat;

c) condițiile meteorologice:

- temperaturi scăzute, precipitații abundente, vânturi puternice, nebulozitate, descărcări electrice, ceață;

d) sănătatea și condiția fizică;

- aparatul respirator, sistemul cardio-vascular, sistemul osos, sistemul muscular, sistemul nervos, integritate fizică și psihică;

e) cunoștințe și deprinderile specifice:

- mediul înconjurător, spațiul montan, orientarea în teren, deplasarea pe teren variat, depășirea obstacolelor, manevrarea echipamentului, evaluarea riscurilor;

f) aptitudini specifice:

- psihomotorii: coordonarea membrelor, fermitate braț-mână, timp de reacție fizică;
- senzoriale: acuitate auditivă, acuitate vizuală, localizarea sursei de sunet, vedere nocturnă, percepție tridimensională, atenție distributivă, intuiție;
- fizice: rezistența fizică, echilibru, dinamica puterii musculare;
- psihice: inteligență emoțională, managementul situațiilor tensionate, rezistența la stres, fermitatea deciziilor, adaptarea la diferite condiții;

g) resursele materiale și financiare:

- echipament, buget.

h) organizare: alegerea destinației montane, planificarea expediției, repartizarea bugetului, contactarea partenerilor (agenții de voiaj, ghizi, porteri) etc.

Dintre toate aceste probleme, lucrarea de față se va ocupa cu analiza suprafețelor pe care se face deplasarea, îndeosebi în arealele montane, dar nu numai, în vederea desfășurării activităților sportive sau de recreere, și se adresează tuturor celor care își leagă destinele, mai mult sau mai puțin, de aceste regiuni geomorfologice: localnici, turiști, alpiniști, planificatori, cercetători, organizații social-economice.

Suprafețele sau terenurile pe care se desfășoară activitățile în aer liber se compun din două părți:

- substratul, alcătuit din diferite materiale: roci, soluri, zăpadă, gheață;
- relieful, reprezentat prin formele pe care le îmbracă substratul sub acțiunea agenților modelatori (insolație, temperaturi, precipitații, vânturi, ape curgătoare, mișcări tectonice, vulcanism etc.).

Pentru alpiniști, terenul este principala preocupare, deoarece, prin caracteristicile sale morfometrice (altitudine, pantă, fragmentare, energie) și morfografice (configurație, desfășurare în plan), induce cele mai multe probleme, a căror rezolvare necesită tehnici de deplasare și echipamente speciale. Cunoașterea acestor caracteristici ne va ajuta să înțelegem mai bine mediul geomorfologic montan în care se derulează diferitele activități recreative și sportive.

I.

Substratul pe care se desfășoară activitățile agrementale și sportive montane

1. Rocile

1.1. *Tipuri de roci*

Rocile sunt asociații de minerale cu trăsături omogene, care intră în alcătuirea scoarței terestre. În funcție de geneza lor, există trei categorii de roci: magmatice, sedimentare și metamorifice.

A) Rocile magmatice:

a) roci intrusive/plutonice, formate prin consolidarea magmelor în scoarța terestră:

- silexit, granit, porfir granitic, aplit, granodiorit, porfir granodioritic, pegmatit, diorit, sienit, gabbrou, peridotit, perkinit;

b) roci extrusive/efuzive, formate la suprafața scoarței prin consolidarea materialelor rezultate din erupții vulcanice: riolit, dacit, andezit, trahit, bazalt;

B) Rocile sedimentare.

a) roci detritice sau **clastice**, formate în urma distrugerii rocilor preexistente prin dezagregare și alterare:

1) roci detritice neconsolidate:

- grohotișuri, pietrișuri, nisipuri, mълuri;

2) roci detritice consolidate:

- breccii, conglomerate, tiluri și tilite, gresii, loessul;

b) roci piroclastice, formate din produse vulcanice:

1) roci piroclastice neconsolidate:

- ignimbrite, cenuși, piatră ponce, scorii, lapilli, bombe, blocuri;

2) roci piroclastice consolidate:

- aglomeratele vulcanice, brecciile vulcanice, tufurile vulcanice, hyaloclastitele, peperitele;

c) roci argiloase, formate prin consolidarea mâlurilor:

- argilele, argilitele, lutul, marnele;

d) roci organogene/biogene, formate fie prin acumularea și transformarea resturilor scheletice și a substanțelor organice provenite de la plante și animale organice (corali, diatomee, radiolari etc.), fie prin precipitarea substanțelor chimice dizolvate în apa mărilor sub acțiunea organismelor (bacterii), ca produse ale vieții lor:

1) roci organogene acaustobiolite:

- calcarele, dolomitele, diatomite, radiolarite, spongio-lite, fosforite, guano, ferolite, manganolite;

2) roci organogene caustobiolite:

- cărbunii (antracit, huilă, cărbune brun, lignit, turbă);
- bitumenele naturale (petrolul, gazele naturale, asfaltul, ozocherita, șisturile bituminoase, chihlimbarul);

e) roci de precipitație chimică:

1) roci de precipitație marina, formate prin evaporarea apelor din bazinele de sedimentare marine (golfuri marine, lagune):

- calcare, calcare oolitice, gipsul și anhidritul, sarea gemă;

2) roci de precipitație continentală, formate prin precipitarea bicarbonatului de calciu din apele subterane sau de suprafață (lacuri, izvoare reci sau geotermale):

- creta de lacuri, calcarul de apă dulce, tuf calcaros, travertine, calcare pisolite, stalactite și stalagmite, geizerite;

f) roci reziduale, formate din materialele insolubile rezultate prin dezagregare și rămase pe loc (eluvii):

- solul, bauxita, lateritul, terra-rosa;

C) Roci metamorfice:

Sunt roci formate prin transformarea (metamorfozarea) rocilor preexistente (sedimentare, magmatice) sub acțiunea anumitor factori endogeni, cum ar fi: căldura, presiunea litostatică, presiunea orientată (stres) și agenții mineralizatori. În funcție de procesul metamorfic generator, se pot distinge următoarele tipuri de roci:

a) corneene de contact, formate prin procese de metamorfism local:

1) corneene de contact termic: șisturile noduloase și corneenele compacte (formate prin metamorfozarea rocilor argiloase și argilo-marnoase), cuarțitele (formate prin recristalizarea gresiiilor, nisipurilor și conglomeratelor silicioase), marmurele de contact (formate prin recristalizarea calcarelor pure și a calcarelor dolomitice);

2) corneene de contact metasomatic: skarne (formate sub influența proceselor hidrotermale și pneumatolitice desfășurate la contactul dintre magme și rocile înconjurătoare);

b) șisturi cristaline, complet cristalizate, formate prin procese de metamorfism regional:

- gnaise, micașisturi (formate prin metamorfozarea argilelor și a gresiilor micacee), amfibolite (formate prin metamorfozarea rocilor magmatice neutre și bazice sau a rocilor sedimentare marnoase dolomitice și calcaroase), calcare cristaline/ marmure (formate prin metamorfozarea calcarelor), cuarțite (formate prin metamorfismul filoanelor de cuarț eruptiv, gresiilor, nisipurilor și conglomeratelor), filite (formate prin metamorfozarea argilelor și gresiilor fine), ardezii (formată prin metamorfozarea mai slabă a gresiilor și argilelor).

1.2. Proprietățile rocilor

A) Proprietățile fizice

a) porozitatea:

- reprezintă volumul spațiilor dintr-o rocă, neocupat de substanță solidă sau raportul dintre volumul golurilor și volumul total al rocii;
- porii pot avea diferite forme și dimensiuni: canale capilare, caverne, clivaje, fisuri sau crăpături etc.;
- prezența porilor reduce duritatea rocii și rezistența ei la pătrunderea unui corp solid (ex. piton, piolet) sau la tasare;
- porozitatea are valori mari în cazul rocilor sedimentare necimentate (argila, nisipul, pietrișul, loessul, creta), și valori mici în cazul rocilor compacte (gresie, calcar, marmură, andezit, granit, bazalt);

d) compactitatea:

- este proprietatea rocilor de a fi dense, de a se compune din particule strâns legate între ele și de a fi lipsite de pori;

- roci compacte sunt gresiile, calcarele, conglomeratele, rocile magmatice (andezite, diorite, dacite granite, bazalte etc.), cuarțitele, gnaisele, iar mai puțin compacte sunt nisipurile, pietrișurile, aglomeratele vulcanice etc.;

b) permeabilitatea:

- este capacitatea unei roci poroase de a permite deplasarea prin golurile sale comunicante a unui fluid, la crearea unei diferențe de presiune;
- de asemenea, masivele de rocă devin permeabile dacă sunt afectate de fisuri și fracturi;
- permeabilitate mare înregistrează nisipurile, pietrișurile, loessul, aglomeratele vulcanice, iar argila și rocile compacte au permeabilitate redusă sau nulă;

c) neomogenitatea:

- rocile sunt neomogene din punct de vedere al compoziției mineralogice, porozității, permeabilității, gradului de fisurare, tasare etc., fapt care le influențează comportamentul la solicitările mecanice din timpul ascensiunilor montane (scrambling, boulder hopping, escaladă);

d) abrazivitatea:

- este capacitatea rocilor de a uza prin frecare echipamentul alpiniștilor și de a afecta diferitele părți ale corpului care vin în contact cu acestea;
- rocile cu abrazivitate mai mare sunt gresiile cuarțoase, aglomeratele vulcanice, andezitele, dioritele, riodacitele, granitele, gnaisele, micașiturile etc.;
- unele roci se șlefuiesc în urma solicitărilor și devin alunecoase, cum este cazul calcarului (pe poteci, în strungi și văiugi etc.);

c) rezistența/duritatea:

- este capacitatea unei roci de a se opune la deformare, în momentul în care este solicitată de către o forță exterioară (ex. ciocan, piolet, colțar, piton etc.);
- depinde de tipul solicitării (compresiune, întindere, forfecare), de factori naturali (compoziția mineralogical, tipul și cantitatea cimentului, gradul de fisurare, stratificația, clivajul, structura și textura rocilor, gradul de porozitate, gradul de alterare) și de factori tehnici (durata de acționare a sarcinii, viteza de aplicare a forței de dislocare, materialul din care este confecționat echipamentul etc.);
- roci cu duritate mare sunt granitele, bazaltele, andezitele, cuarțitele, gresiile cuarțoase, calcarele, dolomitele, gnaisele, conglomeratele cu ciment silicios, iar argilele, marnele, șisturile argiloase, tufurile, sarea, gipsul și gresiile friabile au duritate redusă;

e) fisurația:

- este proprietatea rocilor de a prezenta crăpături, rupturi sau diaclaze;
- în funcție de geneza lor, fisurile pot fi:

1) fisuri primare:

- individualizate în procesul de formare a rocilor: sisteme de fisuri longitudinale, transversale, suborizontale și diagonale la rocile magmatice, planurile de stratificație (cimentate sau aderente) în cazul rocilor sedimentare (gresii, conglomerate, șisturi argiloase) și planurile de șistuozitate la rocile metamorfice (micașisturi, gnaise, filite);

2) fisuri secundare:

- apărute după formarea rocilor, în timpul proceselor tectonice și de eroziune;

- acestea sunt perpendiculare pe fisurile primare;
- cele două sistemele de fisuri determină conturarea unor separații în masa rocilor cu forme și mărimi diferite, care sub acțiunea proceselor de dezagregare se desprind foarte ușor, înlesnind fragmentarea și retragerea versanților, precum și formarea grohotișurilor de la baza versanților sau abrupturilor;
- există mai multe tipuri de separații sau fragmente, cum ar fi: separații în formă de plăci și bancuri, separații cu aspect de blocuri, separații prismatice și separații sferoidale;
- din punct de vedere geometric aceste separații reprezintă poliedre sau mulțimi poliedrale, deoarece au forme de prisme (pătrate, dreptunghiulare, triunghiulare, pentagonale, etc.), piramide și trunchiuri de piramidă, iar fiecare tip de separație se poate descompune, la rândul său, în diferite alte forme, cele mai mici fragmente recunoscute în geometrie fiind tetraedrele;
- sistemele de fisuri și fracturi din roci și separațiile generate prin intersectarea lor sunt deosebit de importante pentru escaladarea sectoarelor montane expuse (versanți, pereți, câmpuri de blocuri/ grohotișuri, hornuri, văiugi, creste), deoarece se constituie ca prize și puncte de sprijin, favorizând practicarea activităților de cățărare care necesită folosirea degetelor, mâinilor și picioarelor (scrambling, crack climbing, free climbing, trad climbing etc.), precum și amplasarea dispozitivelor de asigurare (pitoane, nuci, pene, came, tricame);
- fragmentele rezultate din intersectarea fisurilor pot fi dislocate prin dezagregare și se pot acumula la baza pereților și versanților abrupti, la baza văiugilor,

culoarelor și hornurilor sau în cadrul acestora, uneori facilitând deplasarea, alteori îngreunând-o, deoarece sunt, de multe ori, mobile;

- în funcție de tipul de rocă, separațiile/fragmentele dintre fisuri pot avea stabilitate mai mare (ex. granit, calcar, conglomerate, filite, gnaise) sau mai mică (ex. andezite, diorite, dacite, gresii), fapt care se repercutează asupra siguranței în timpul cățărării;
- pe lângă criteriul genetic, fisurile se pot clasifica și după caracteristicile lor fizice, cum ar fi: gradul de stabilitate (fisuri stabile, fisuri mobile), lungimea (fisuri lungi, fisuri scurte), lărgimea (fisuri largi, fisuri înguste), desfășurarea în plan (fisuri paralele, fisuri ramificate și intersectate), adâncimea (fisuri superficiale, fisuri profunde);
- în escaladă, fisurile sunt clasificate în funcție de lățimea lor raportată la dimensiunile alpinistului, astfel:
 - 1) fisuri pentru degete: permit introducerea degetelor în interiorul lor;
 - 2) fisuri pentru semi-mâini: sunt mai largi decât fisurile pentru degete, dar nu suficient de largi pentru a permite introducerea mâinii în interiorul lor;
 - 3) fisuri pentru mâini: permit introducerea mâinilor în interiorul lor;
 - 4) fisuri semi-largi: sunt mai late decât fisurile pentru mâini, dar nu suficient de largi pentru a permite picioarelor sau părții superioare a corpului să intre în interiorul lor;
 - 5) fisuri largi, de tip horn, sau fracturi: sunt suficient de largi pentru a permite pătrunderea întregului corp în interiorul lor;

f) masivitatea:

- însușirea unei roci de a nu fi afectată de fisuri, de a fi compactă;

1.3. Proprietățile mecanice

a) elasticitatea:

- proprietatea rocilor de a-și reveni după ce s-au deformat prin aplicarea unor presiuni exterioare;
- roci cu elasticitate mare sunt cele moi, iar cu elasticitate mica sunt cele dure, poliminerale;

b) plasticitatea:

- însușire a rocilor care favorizează deformarea și dislocarea;
- deformare începe atunci când starea de tensiune depășește limita elasticității;
- plasticitatea rocilor depinde de compoziția mineralogical a acestora: creșterea conținutului de cuarț, feldspați, sau alte minerale cu duritate mare, reduce plasticitatea rocilor; cea mai mare plasticitate o au argilele hidratate;
- plasticitatea rocilor influențează mult procesul de dislocare;
- dislocarea artificială a rocilor are loc prin pătrunderea unor dispozitive de alpinism (piton, piolet, ciocan-piolet, colțari, băț de trekking etc.) sau prin acțiunea exercitată cu mâinile și picioarele în timpul deplasării;
- dintre procesele simple ale dislocării rocilor se pot aminti: desprinderea unor separații (blocuri, plăci etc.), despicairea (șisturi cristaline, gresii), așchierea (argile moi, șisturi cristaline, roci magmatice), exfolierea (concrețiuni grezoase, granite);

- în funcție de răspunsul rocilor la procesele de dislocare există: roci friabile și moi, care se dislocă ușor (solul vegetal, turba, argilele nisipoase moi, nisipurile, solurile nisipoase lutoase, loesurile, aglomerate vulcanice etc.), roci semicompacte și compacte, care se detașează destul de greu (argilele grele, argilele nisipoase, loesul), roci semi-stâncoase și stâncoase, care se detașează cu mare greutate (șisturi argiloase, cretă, gresii, gips, roci magmatice, roci metamorfice).

1.4. Transformarea rocilor

Procesele morfogenetice și morfodinamice care afectează rocile sunt: meteorizația/eroziunea și deplasarea materialelor rezultate pe această cale.

A) Procesele de meteorizație:

a) dezagregarea:

- proces fizico-mecanic de fărâmițare datorită îngheț-dezghețului, insolației, cristalizării sărurilor, umectării și uscării, activităților bio-mecanice (extinderea rădăcinilor, tasarea, scobirea și sfredelirea exercitate de către anumite animale etc.) și antropice (lucrări de construcție, lucrări miniere, lucrări agricole și forestiere etc);
- este favorizată de fisurație și porozitate;
- după felul rocii (duritate, masivitate) și sistemele de fisuri care o afectează, există mai multe tipuri de dezagregare: granulară (granite, conglomerate), exfoliere/ descuamare (granite, andezite, marmură, concrețiuni grezoase), în blocuri (gresii, calcare, gnaise, granite, bazalte, andezite), sfărâmare (gresii, conglomerate, argile, marne, loess);

I. Substratul pe care se desfășoară activitățile...

- materialele rezultate (detritus, claste, grohotișuri) formează scoarța de dezagregare care poate fi mobilă sau fixată de sol și vegetație;
- în funcție de mărimea lor clastele se clasifică astfel:
 - 1) rudite sau psefite, cu dimensiuni peste 2 mm: pietrișuri, bolovănișuri, blocuri;
 - 2) arenite sau psamite, cuprinse între 0,5 mm și 2 mm: nisipuri;
 - 3) siltite, pelite, lutite, aleurite, între 0,005 mm și 0,5 mm: praf, mâl;
- relieful format prin dezagregare este de tip rezidual, reprezentat prin: ace, coloane, turnuri, abrupturi, hornuri, văiugi, nișe, sfincși, babe, țiglaie, creste și vârfuri ascuțite, blocuri sferice, domuri de exfoliere, tor-uri etc.;

b) alterarea chimică:

- proces de degradare și transformare a rocilor prin hidratare, dizolvare, hidroliză, oxido-reducere și carbonatare;

c) alterarea biochimică:

- proces de degradare a rocilor prin acțiunea organismelor (bacterii, ciuperci, alge, licheni, plante) care extrag din roci diferite elemente chimice vitale (oxigen, siliciu, cationi bazici) sau eliberează anumite substanțe chimice prin procesele de asimilație și dezasimilație (bioxidul de carbon, oxigenul, acizii minerali, acizii organici);
- de asemenea, prin descompunerea resturilor organice pe care plantele le lasă la suprafața solului se formează acizi, baze sau săruri, care contribuie la alterarea rocilor prin stimularea proceselor de hidroliză sau prin reacțiile directe cu diferite minerale din roci;

- în urma proceselor de alterare rezultă scoarța de alterare, care poate fi:
 - 1) primară/autohtonă (rămasă pe loc)=eluvii;
 - 2) secundară/allohtonă (remaniată)=deluvii, coluvii, proluvii;
- formele de relief create prin alterarea rocilor sunt: lapiezurile, dolinele, alveolele, blocurile sferice etc.;

B) Procesele de deplasare a materialelor formate prin meteorizație:

a) prăbușirea:

- deplasare bruscă, prin cădere liberă, a agregatelor de rocă pe suprafețele foarte înclinate (peste 70°), verticale (90°) sau surplombate, afectate de fisurație și cu energie mare;
- cauzele sunt multiple: variațiile termice, subminarea versanților sau malurilor, acțiunea de deplasare omului sau a unor animale, exploziile artificiale, seismele, erupțiile vulcanice, supraîncărcarea versanților prin construcții, vibrațiile produse datorită circulației auto, supraumectare prin precipitații etc.;
- în prima fază are loc desprinderea materialelor, pe sistemele de fisuri, apoi are loc deplasarea prin aer a acestora (translație, rotație);
- dacă materialele ating la un moment dat o suprafață înclinată, atunci căderea acestora trece în rostogolire;
- ajunse la baza pantei, materialele căzute/prăbușite se pot sparge în agregate mai mici, determinând formarea unor acumulări de bolovănișuri și blocuri;
- procesul este foarte periculos, de aceea pe terenurile stâncoase, cu abrupturi puternic fisurate, e necesară deplasarea atentă, evitarea dislocării unor blocuri și purtarea căștii pe cap;

b) rostogolirea:

- deplasarea materialelor prin rotație sau saltație pe suprafețele înclinate (peste 20^0);
- în rostogolire poate fi implicat un singur agregat sau mai multe (avalanșe de pietre), cu dimensiuni diferite;
- agregatele mai mari se deplasează mai departe decât cele mărunte, deoarece au energie mai multă;
- ajunse la baza versanților, materialele formează, în timp, taluzuri/conuri/pânze/tăpșane de grohotișuri, iar dacă se stochează pe traseu, atunci rezultă câmpuri sau râuri de pietre;
- procesul este foarte riscant, ducând la vătămări corporale sau la deces, de aceea este necesară deplasarea cu atenție pe tronsoanele afectate de rostogolirea pietrelor (momentul din zi, traiectorie, durată, viteză, cantitate, dimensiunile materialelor), pentru a nu declanșa sau pentru a evita un asemenea proces (ex. Grand Couloir du Gouter, Mont Blanc; Culoarul Louki din Olimp);
- în zonele afectate de prăbușiri și rostogoliri se pot lua diferite măsuri pentru atenuarea efectelor, cum ar fi: garduri, parapete, plase, berme, gabioane, acoperișuri, șanțuri, pasarele, tunele etc.;

c) solifluxiunea

- deplasarea lentă a solului înmuiat prin dezgheț pe suprafețe mai puțin înclinate;
- se formează, astfel: valuri, movile, terasete, torenți de pietre etc.;
- uneori se poate produce alunecarea lentă a blocurilor de rocă izolate pe substratul dezghețat, fapt care determină conturarea unei microdepresiuni în spatele acestora și a unui val semicircular în fața acestora;

d) sufoziunea:

- deplasarea particulelor fine de sol din rocile permeabile (nisipuri, loessuri) sau dintre grohotișuri prin drenaj subteran, proces care determină apariția unor goluri, tunele, pâlnii, râpe sau văi de sufoziune;

e) creep-ul:

- deplasare lentă a particulelor de sol sub forma unei redistribuiri sau rearanjări a acestora datorită mai multor factori, cum ar fi: oscilațiile termice din sol, umezirea și uscarea repetată a solului, capilaritatea, dizolvarea unor particule, activitatea biologică din sol etc.;
- rezultă, astfel, pe suprafața versanților ondulări, inflexiuni, crăpături etc.;
- fenomenul este vizibil datorită înclinării copacilor sau gardurilor;

f) curgerile noroioase:

- deplasare rapidă a materialelor argilo-marnoase supra-umectate datorită ploilor abundente și topirii zăpezilor;
- în urma acestora se poate evidenția o scobitură semicirculară la partea superioară, canalul de curgere și conul de revărsare;

g) alunecările de teren:

- deplasarea materialelor pe versanți datorită supraumectării păturii de sol prin precipitații abundente sau topirea zăpezilor;
- se produc mai ales pe roci argilo-marnoase și grezoase, putând fi superficiale sau adânci;
- elementele unei alunecări de teren sunt: râpa de desprindere, corpul alunecării (valuri, brazde, terasete, movile, lentile) și fruntea alunecării;

h) torențialitatea:

- deplasarea vijelioasă a materialelor pe văiugile situate pe abrupturi în timpul ploilor torențiale sau la topirea zăpezilor;
- se formează, astfel: torenți/râuri de pietre și conuri de depunere la baza abrupturilor;

i) avalanșele:

- deplasarea unei mase de zăpadă pe versanții și pe văile torențiale ale unui munte care poate antrena și materialele dezagregate;
- dacă avalanșa transportă în cea mai mare parte fragmente de roci, atunci ea devine o avalanșă de pietre, care clădește la baza versanților și abrupturilor conuri de grohotișuri.

2. Solurile

Solul este un corp natural, constituit din material relativ afânat, rezultat prin interacțiunea factorilor pedogenetici (rocă, umezeală, temperatură, vegetație, faună, om). Pentru activitățile agrementale montane (deplasare, campare, adăpostire etc.) este importantă cunoașterea proprietăților fizice ale acestuia, după cum urmează:

a) temperatura:

- este influențată de radiația solară, în primul rând, și într-o mai mică măsură de energia internă, hidratare și descompunerile chimice;
- cantitatea de energie depinde în primul rând de latitudine, scăzând de la ecuator spre poli, de altitudine, apoi de expoziția suprafețelor și de umiditate (apa are cea mai ridicată capacitate calorică);

b) alcătuirea granulometrică/textura:

- este reprezentată prin tipul de particule care intră în alcătuirea solului;
- se remarcă: texturi grosiere (nisip, nisip lutos), mijlocii (lut nisipos, lut) și fine (lut argilos, argilă);
- solurile cu textură grosieră sunt mai permeabile, mai puțin compacte și rețin mai puțină apă, iar solurile cu textură fină au permeabilitate mai mică, sunt mai compacte și rețin mai multă apă;

c) densitatea:

- reprezintă masa unității de volum și se exprimă în g/cm^3 ;
- în general, crește cu adâncimea ($2,65\text{--}2,68 \text{ g/cm}^3$ - $2,70\text{--}2,72 \text{ g/cm}^3$);
- depinde de conținutul de materie organică al solului, de compoziția mineralogică, de gradul de structurare sau de cel de compactare;
- densitatea influențează capacitatea de reținere a apei, porozitatea, aerația solului, permeabilitatea sau rezistența mecanică la pătrunderea rădăcinilor plantelor sau a uneltelor;

d) porozitatea:

- este proprietatea solului de a avea pori (orificii) în masa sa sau spațiul lacunar ocupat de apă și aer; se exprimă în procente/unitatea de volum;
- mărimea porilor determină însușirile hidrofizice ale solului;
- solurile grosiere au porozitate mai mare, iar cele fine au porozitate mai mică;

e) compactarea:

- însușire provocată de cauze naturale sau artificiale (tasarea prin circulație animalelor, lucrări de șantier etc.), determinând creșterea densității și reducerea porozității;

f) coeziunea:

- reprezintă atracția dintre moleculele și agregatele care alcătuiesc solul, manifestată prin rezistența la zdrobire sau sfărâmare;
- rezistența solului la sfărâmare depinde de umiditatea acestuia și de conținutul de argilă;

g) adeziunea:

- proprietatea de a se lipi de obiectele cu care vine în contact ca urmare a forțelor de atracție, exercitate prin intermediul moleculelor de apă;
- adeziunea este mai mare cu cât conținutul de argilă este mai mare (soluri lutoase);

h) consistența:

- însușire care se manifestă prin forțele de legătură care se stabilesc între particulele solide ale solului la diferite stări de umiditate;
- este influențată de textură, compoziția mineralogică a argilei, de conținutul de humus și activitatea biologică din sol, de gradul de saturație în baze și tipul cationilor de schimb etc.;
- solurile cu textură grosieră nu prezintă stări de consistență, deoarece între particule, practic, nu există forțe de coeziune, caz în care se numesc soluri necoezive;

i) plasticitatea:

- proprietatea solului de a se deforma sub acțiunea unor forțe exterioare și de a nu reveni la starea inițială;

- solurile cu plasticitate mare sunt cele luto-argiloase, care la supraumectare își măresc volumul și alunecă;

j) rezistența la penetrare:

- este proprietatea solului de a se opune la pătrunderea unui corp (piolet, ciocan, piton, băț/par de lemn);
- se exprimă în kg/cm² și depinde de: compoziția granulometrică, gradul de compactare și structurare, conținutul de humus sau umiditatea solului;

k) gonflarea și contracția:

- proprietăți care determină modificări de volum, datorită variațiilor de umiditate;
- gonflarea reprezintă umflarea solului și se produce atunci când acesta înmagazinează o cantitate mare de apă, fapt care determină fenomene de alunecare și curgere;
- solurile afectate de gonflare sunt cele argiloase și argilo-lutoase;
- contracția apare la deshidratare, în perioadele secetoase, și determină formarea unor crăpături în sol;

l) structura:

- însușire care se referă la modul de îmbinare al particulelor care alcătuiesc solul;
- se disting următoarele tipuri de structuri: glomerulară (agregate sferoidale-cuboide, poroase), grăunțoasă (agregate sferoidal-cuboide, puțin poroase), poliedrică-angulară (agregate cuboide cu fețe netede și muchii ascuțite), poliedrică-subangulară (agregate cuboide cu fețe plane și muchii rotunjite), sfenoidală (agregate alungite, cu muchii ascuțite și fețe netede), prismatică (agregate dezvoltate pe verticală, cu fețe netede și muchii ascuțite), columnară (agregate dezvoltate pe verticală, cu

capetele superioare rotunjite), columnoidă (agregate dezvoltate pe verticală, cu fețe netede și muchii rotunjite), șistoasă-foioasă (agregate plate sau curbate, dezvoltate în plan orizontal);

Procese morfodinamice care afectează solul sunt:

a) spălarea:

- îndepărtarea particulelor fine prin acțiunea peliculară a apelor de ploaie;
- este mai puternică pe suprafețele lipsite de vegetație;

b) șiroirea:

- scurgerea rapidă și concentrată a apelor de ploaie sau rezultate din topirea zăpezilor pe suprafața solului;
- pe terenurile fără vegetație generează: rigole, ravene și torenți;

c) umezirea:

- îmbibarea cu apă a solului datorită precipitațiilor, topirii zăpezilor sau ghețurilor, condensării nocturne;
- poate determina gonflarea argilelor și declanșarea alunecărilor de teren;

d) uscarea:

- pierderea apei prin evaporație datorită temperaturilor ridicate, având ca rezultat apariția crăpăturilor;

e) alunecarea:

- deplasarea solului, în special argilo-marnos, pe o suprafață înclinată datorită umectării puternice;

f) prăbușirea:

- deplasarea bruscă a solului pe versanți înclinați, faleze sau maluri datorită crăpăturilor, oscilațiilor termice, eroziunii etc.;
- determină formarea taluzurilor, conurilor, trenelor de țărână;

g) curgerea:

- deplasarea solului puternic îmbibat cu apă din precipitații sub forma unui torent noroios;

h) sufoziunea:

- îndepărtarea particulelor fine de către apa care circulă prin sol, rezultând doline de sufoziune, văi de sufoziune, pâlnii, tunele, hrube și râpe de sufoziune;

i) tasarea:

- îndesarea solului sub propria greutate sau sub o sarcină externă;
- pe această cale se formează depresiuni de tasare (crovuri, găvane, padine), văi de tasare, trepte de tasare etc.;

j) solifluxiunea:

- alunecare lentă a solului datorită dezghețului, rezultând terasete, valuri, movile, nișe de solifluxiune etc.;

k) creepingul:

- deplasare lentă a particulelor de sol pe suprafețele în pantă;
- se observă prin culcarea spre baza pantei a copacilor sau a unor obiecte (ex. garduri, stâlpi).

3. Zăpada

Zăpada este o precipitație atmosferică solidă, alcătuită din cristale de apă înghețată, care cad pe suprafața solului sub formă de fulgi prin procesul numit ninsoare.

3.1. Tipuri de fulgi

Fulgii de zăpadă sunt cristale de zăpadă, care apar atunci când vaporii de apă din aer se transformă direct în gheață fără ca

mai întâi să devină apă lichidă. Acest proces se numește desublimare. Mai departe, vaporii de apă se pot condensa pe un cristal de zăpadă apărut, iar acesta va crește și se va dezvolta, dobândind o anumită formă geometrică.

Moleculele de apă care compun gheața sunt aranjate într-o anumită rețea, fapt care condiționează morfologia fulgilor de zăpadă sub formă de agregate (prisme, plachete, coloane, ace, cupe etc.), în cadrul cărora se regăsesc anumite elemente geometrice (fațete, ramuri și subramuri).

Un rol important în apariția agregatelor de gheață îl au umiditatea și temperatura aerului, raportul dintre cele două variabile generând morfologii diferite ale fulgilor de zăpadă. Spre exemplu:

- umiditate mica ($0-0,1 \text{ g/m}^3$)/temperatură mica (-20^0 și -35^0C)=forme simple (plăci solide, coloane);
- umiditate mare ($0,1-0,3 \text{ g/m}^3$)/temperatură mica (-10^0 și -20^0C)=forme complexe (dendrite stelare cu 6 și 12 ramuri, plăci stelare, plăci solide);
- umiditate mica ($0-0,1 \text{ g/m}^3$)/temperatură mare (0 și -10^0C)=prisme solide, plăci solide, plăci stelare, ace și coloane;
- umiditate mare ($0,1-0,2 \text{ g/m}^3$)/temperatură mare (0 și -10^0C)=dendrite, coloane goale.

3.2. Proprietățile zăpezii

a) structura:

- se referă la tipul de fulgi care intră în alcătuirea cuverturii de zăpadă;
- se disting astfel: prisme, coloane, ace, plachete, dendrite, cupe etc.;

- influențează densitatea, duritatea și stabilitatea stratului de zăpadă;

b) stratificația:

- reprezintă succesiunea de straturi, depuse în timp, care se regăsesc într-un depozit de zăpadă;
- cunoașterea sa este importantă pentru analizarea gradului de stabilitate, pentru evaluarea riscului de avalanșă și pentru adoptarea diferitelor tehnici de deplasare (liber, cu colțari, cu rachete de zăpadă, cu schiuri de tură);
- stratul superior este influențat direct de radiația solară, temperatură, vânt și precipitații, iar straturile inferioare sunt afectate de procese metamorfice și de sinterizare (apariția unor structuri de gheață, consolidarea straturilor, creșterea densității zăpezii etc.), care se desfășoară, la rândul lor, sub controlul radiației solare, temperaturii și gradientului termic dintre sol și suprafața zăpezii;
- într-o acumulare de zăpadă, în care s-a efectuat o secțiune sau un profil de 1-2 m, se pot identifica mai multe tipuri de strate, după cum urmează:
 - 1) strate slabe, puțin coezive, cu densitate mai mică și legături mai slabe între cristale, fapt care induce un risc mare de prăbușire;
 - 2) strate slabe, cu chiciură, acoperite cu zăpadă;
 - 3) strate slabe, cu zăpadă proaspătă, puțin densă;
 - 4) strate solide, dense, dure și coezive, cu cristale rotunjite transformate din dendrite stelare vechi;
 - 5) strate solide, din zăpadă proaspătă, căzută la temperaturi mari și vânt;
 - 6) strate solide, tip dale de vânt;
 - 7) strate cu crustă de topire/înghețare, dure și dense;

c) textura:

se referă la tipul de particule/granule care alcătuiesc stratul de zăpadă și poate fi: textură fină, medie și grosieră;

d) densitatea:

- reprezintă cantitatea de gheață și apă lichidă existentă într-un volum de zăpadă;
- este influențată de temperatura aerului și viteza vântului: dacă temperatura aerului și viteza vântului au valori mari, atunci densitatea zăpezii proaspete este mare și invers;
- la temperaturi apropiate de îngheț, densitatea zăpezii poate fi mare, deoarece încă are un conținut ridicat de apă;
- primăvară, conținutul de apă în stare lichidă poate fi mai semnificativ, decât în timpul iernii;
- exemple de valori ale densității zăpezii: zăpada proaspătă=50-100 kg/m³; zăpada necompactată pudră=100-200 kg/m³; zăpada compactată natural=200-300 kg/m³; neve-ul=500-550 kg/m³; firn=550-830 kg/m³;
- densitatea zăpezii influențează deplasarea per-pedes sau pe schiuri; pentru deplasarea pe jos, zăpada cu densitate mai mare este mai potrivită, deoarece împiedică afundarea, în cazul unui strat gros; pentru schi, zăpada cu densitatea mică și medie este mai favorabilă, deoarece poate fi mobilizată ușor, fapt care nu necesită efort muscular mare;
- indicatorul densității zăpezii este procentul de apă și gheață, denumit conținutul total de apă;
- spre exemplu: zăpada proaspătă, cu conținut total de apă de 8-11%, este considerată o zăpadă ușoară, cu densitate mică, iar zăpada cu conținut total de apă de peste 11%, este considerată o zăpadă grea, cu densitate mare;

- densitatea ilustrează soliditatea stratului de zăpadă; cu cât este mai densă zăpada, cu atât este mai mare coeziunea dintre cristale;
- în cazul zăpezilor proaspete, coeziunea între cristale nu este la fel de puternică, așa cum este la zăpezile mai vechi, indiferent de temperatură;
- când zăpada cade în timpul vânturilor puternice, cristalele se ciocnesc violent în aer și își rup brațele, dar, cu toate acestea, pot fi depuse pe sol, formând un strat dens de zăpadă;

e) porozitatea:

- reprezintă raportul dintre volumul golurilor și volumul total al zăpezii dintr-o probă luată spre analiză;
- are valori mari, deoarece zăpada este alcătuită din fulgi și aer;

f) duritatea:

- reprezintă rezistența stratului de zăpadă la penetrare de către diferite obiecte (bețe de trekking, bețe de schiuri, colțari, pioleți, bocanci etc.);
- se măsoară pe un profil tăiat în zăpadă, cu ajutorul unor instrumente (sonda Ram, rezistograful de zăpadă, rezistograful digital, penetrometrul conic electric, SnowMicroPen-ul (SMP), dispozitivul electronic Metron 322 etc.), sau prin efectuarea testului manual cu pumnul (foarte moale), cu patru degete (moale), cu un deget (mediu), cu un creion (dur) sau cu un cuțit (foarte dur), care sunt introduse în stratul de zăpadă;
- rezistența la compresie se apreciază prin lovirea cu mâna a unei lopeți așezate pe suprafața stratului de zăpadă, depistându-se, astfel, stratele slabe și solide de pe profilul zăpezii;

g) culoarea:

- albă: reflectă lumina zilei;
- alte culori: absorbția unor radiații (albastru), poluanți (gri, negru, galben), praf (gri), nisip (portocaliu, galben), ciuperci, alge (verde, roșu, albastru, brun), apă (albastru);

h) temperatura:

- la suprafață (30-45 cm) este influențată de temperatura aerului;
- în adâncime este mai mare decât temperatura aerului, fiind un bun izolator termic pentru sol, plante, organisme;

i) echivalentul în apă

- raportul dintre fulgii de zăpadă și aerul conținut în cuvertura de zăpadă, exprimat prin cantitatea de apă care ar rezulta din topirea unui strat de zăpadă;
- depinde de tipul fulgilor, temperatură, viteza vântului etc.;
- exemplu: un strat de zăpadă proaspătă cu grosimea de 25 cm, ar putea da prin topire un strat de 0,25-10 cm de apă;

j) reflexia:

- zăpada rece reflectă cea mai mare parte a radiațiilor cu undă scurtă (lumina vizibilă, radiațiile ultraviolete, radiațiile X, radiațiile gamma) și absoarbe cea mai mare parte a radiațiilor cu lungime mare de undă (radiațiile infraroșii, undele radio);
- proprietatea de a reflecta radiația solară se numește albedo și are valori de 50%-60% în cazul zăpezii vechi și 70%-90% pentru zăpada proaspătă, fapt care implică necesitatea purtării ochelarilor de protecție pe timpul desfășurării activităților în aer liber;

k) mobilitatea:

- zăpada este o substanță foarte mobilă, care se poate tasa sub propria greutate, se poate deplasa gravitațional sau poate fi transportată de către vânt prin rostogolire (particule grele), saltație (particule mai ușoare) și difuzie turbulentă/suspensie (particule foarte ușoare);
- analiza gradului de stabilitate și de duritate a zăpezii presupune realizarea unei secțiuni de 1-2 m pe care se efectua testul de compresiune (strate slabe, strate consolidate) și se vor identifica: tipul de cristale, tipul de strate, granulația (se măsoară cu rigla/cartelă gradată prevăzută cu lentilă de mărire), densitatea (greutate/volum), temperatura (termometru de zăpadă) și duritatea (metode instrumentale, metoda manuală pumn, patru degete, un deget, creion, și cuțit);
- prezența mai multor strate de zăpadă, induce o stare de instabilitate a depozitului de zăpadă;
- un strat mai dens, situat peste un strat mai puțin dens va genera instabilitate;
- un strat cu densitate relativ mare de zăpadă proaspăt căzută peste un strat cu crustă poate determina instabilitate;
- stratele solide, dure, dense și mai coezive situate peste strate slabe, moi, mai puțin dense și mai puțin coezive, determină instabilitate;
- un strat cu duritate patru degete poate fi considerat un strat relativ slab, dacă este situat sub un strat cu duritate de un singur deget (mai puternic peste mai slab), rezultând o configurație instabilă a zăpezii;

- un strat cu duritate patru degete poate fi privit ca un strat relativ puternic, dacă este situat sub un strat de duritate pumn (mai slab peste mai puternică), rezultând o configurație stabilă a cuverturii de zăpadă;
- stratele cu cristale fațetate și chiciură pe suprafața lor, îngropate, sunt deosebit de periculoase, deoarece acestea sunt slabe comparativ cu aproape orice alt strat care poate fi deasupra lor;
- prin urmare, în cazul în care există un strat cu cristale fațetate sau cu chiciură la suprafață, aproape orice strat se află deasupra lui va duce la instabilitatea zăpezii;

3.3. *Tipuri de ninsori*

a) ninsori liniștite: în funcție de mărimea fulgilor și de intensitate, produc depunerea unui strat uniform de zăpadă;

b) rafale de zăpadă: ninsoare care cade pentru scurt timp și cu o intensitate variabilă, fapt care produce acumulări reduse;

c) furtună de zăpadă: ninsoare scurtă, dar intensă, însoțită de vânturi puternice, în rafale, care reduce foarte mult vizibilitatea; determină acumulări mari de zăpadă;

d) viscole: furtună violentă de iarnă, cu durată de cel puțin 3 ore, care asociază temperaturi scăzute cu viteza mare a vântului.

3.4. *Tipuri de zăpadă*

A) după vechime:

a) zăpadă proaspătă: zăpadă căzută instant, cu minute sau ore înainte, căreia i se poate observa configurația fulgilor;

b) zăpadă recentă: zăpadă căzută cu câteva zile înainte, care păstrează în mare parte configurația fulgilor și a agregatelor de zăpadă;

c) zăpadă veche:

- zăpadă care a căzut cu zile, săptămâni sau luni înainte, aflându-se într-un stadiu avansat de transformare, astfel că forma cristalelor originale nu mai poate fi recunoscută;
- poate fi numită zăpadă de sezon (zăpadă acumulată într-un sezon sau care durează doar un sezon) sau zăpadă perenă (zăpadă care persistă an de an);
- în cadrul acestei categorii se disting două tipuri:

1) névé:

- tip granular de zăpadă care a fost topit parțial, recongelat și compactat, precedând forma de gheață;
- dacă rezistă unui sezon de topire/ablație se transformă în firn, care este mai vechi, mai dens și devine gheață;
- are o densitate minimă de 500 kg/m^3 , ceea ce reprezintă aproximativ jumătate din densitatea apei lichide la 1 atm; este susceptibilă de a genera avalanșe;

2) firn (anul trecut/înainte, în limba germană elvețiană):

- este un névé parțial compactat, rămas din sezoanele trecute, și recrystalizat într-o formă mai densă;
- se formează sub presiunea stratelor de zăpadă suprapuse, prin procese de compactare, recrystalizare, topire localizată și zdrobirea fulgilor de zăpadă;
- straturile anuale de firn pot fi adesea detectate prin pelicule subțiri de praf sau cenușă, care se acumulează pe suprafața sa în timpul fiecărei veri;
- este stadiul intermediar între zăpadă și gheață;
- are aspectul de zahar umed, dar are o duritate mare, care-l face extrem de rezistent; densitatea sa variază, în general, de la $0,4 \text{ g/cm}^3$ până la $0,83 \text{ g/cm}^3$, și poate

fi adesea găsit sub zăpada care se acumulează la partea superioară a unui ghețar; altitudinea minimă la care se formează firnul pe un ghețar se numește limita firnului, linia firnului sau lina zăpezilor veșnice;

B) După caracteristicile fizice:

Zăpadă acumulată pe o anumită suprafață de teren, suferă o serie de modificări sub influența factorilor meteorologici (temperatura, precipitațiile lichide, vântul și ciclul îngheț-dezgheț). Se disting, astfel, următoarele tipuri de zăpadă:

a) zăpada prăfoasă/pulverulentă:

- zăpadă recentă care și-a pierdut, într-o anumită măsură, coeziunea prin recristalizare datorită diferențelor mari dintre stratele de la suprafața ale covorului de zăpadă;
- se formează în perioadele cu temperaturi scăzute persistente (ger);
- permite deplasarea perpedes dacă stratul este subțire sau dacă se folosesc rachetele de zăpadă;
- este foarte bună pentru deplasarea pe schiuri și poate produce avalanșe uscate;

b) zăpada bob de porumb:

- zăpadă care se formează la începutul primăverii, când, datorită încălzirilor și reînghețului, apar cristale grosiere rotunjite pe suprafața stratului de zăpadă;
- este favorabilă schiatului și mersului pe jos;

c) zăpada putredă:

- zăpadă de primăvară, caracterizată prin straturi moi și umede care oferă un sprijin slab pentru straturile ferme superioare;
- îngreunează deplasarea și sunt susceptibile de a produce avalanșe sub formă de lespezi;

d) zăpada cu crustă:

- crusta se formează atunci când apa rezultată din topirea stratului superficial de zăpadă reîngheață sub forma unui strat coerent (crusta de topire);
- topirea zăpezii este cauzată de insolație și de aerul cald și se poate produce iarna, primăvara și vara (la peste 3000 m altitudine);
- grosimea crustei este determinată de grosimea stratului de zăpadă care se topește și de valoarea temperaturilor din timpul nopții;
- crusta se poate forma și prin acțiunea vântului (crustă de vânt), fie în urma procesului de copactare a particulelor deranjate, fie când acesta transportă căldura, în special pe cea rezultată prin condensarea vaporilor de apă la suprafața stratului de zăpadă;
- deplasarea perpedes pe zăpada cu crustă este relativ ușoară; dacă crusta este rezistentă se pot folosi colțari;
- deplasarea pe schiuri este anevoioasă, deoarece există riscul de a pierde controlul prin alunecare;

3.5. Relieful cuverturii de zăpadă

Zăpada este un material cu textură granulară care poate fi modelat de căldura soarelui, precipitațiile lichide, îngheț-dezghețul sau acțiunea vântului, rezultând diferite forme de relief, după cum urmează:

a) câmpurile:

- întinderi uniforme de zăpadă care acoperă văile, luncile, terasele, versanții, platourile, culmile și vârfurile;

b) cornișele:

- acumulări proeminente de zăpadă spulberată de vânt, situate în poziție suspendată la partea superioară a culmilor și crestelor, pe direcția curenților de aer;
- se compun din: rădăcină, acoperiș, față și surplombă;
- fața sau abruptul cornișei este modelat de vânturile contrare, care pot scobi și surplombe;
- între rădăcină și acoperiș cornișa prezintă o zonă fragilă, cu potențial mare de rupere, situată chiar pe creasta morfologică, din care cauză deplasarea alpiniștilor trebuie să se facă mai jos, pe sub creastă, pe rădăcină sau chiar mai jos;

c) crustele:

- suprafață dură situată la partea superioară a unui strat de zăpadă, rezultată prin topire și îngheț sub acțiunea temperaturilor scăzute sau a vântului;

d) movilele:

- acumulări de zăpadă, reduse ca dimensiuni, cu formă conică sau bombată, formate în jurul unor smocuri de iarbă și tufișuri sau pe neregularitățile substratului;

e) dunele normale:

- acumulări de zăpadă spulberată de vânt, situate pe suprafețe plane (poduri interfluviale, platouri, depresiuni);
- se pot dezvolta de sine stătător sau în jurul unor obiecte naturale preexistente (arbuști, movile, stânci);
- se pot asocia în câmpuri de dune;
- prin configurația și dimensiunile lor îngreunează deplasarea, atât pe jos, cât și pe schiuri;

f) barcane de zăpadă:

- acumulări de zăpadă spulberată de vânt, cu formă de potcoavă, orientate cu brațele pe direcția curenților de aer;
- se pot asocia în câmpuri de barcane;

g) lame de zăpadă:

- depozite de zăpadă veche și dură, cu formă de lame și ace ascuțite despărțite de canale, cu dimensiuni de ordinul centimetrilor și metrilor;
- se aseamănă cu câmpurile de lapiezuri;
- se formează sub acțiunea vântului puternic asupra stratelor de zăpadă fisurate și topite în regiunile înalte (ex. Munții Anzi);
- mai poartă numele de penitențe datorită formei lor asemănătoare cu pălăriile ascuțite purtate de oamenii care fac penitență pentru păcatele lor în tradițiile creștine;

h) solzi:

- structuri orientate pe direcția vântului, formate prin acțiunea vântului asupra zăpezilor pulverulente, înmuiate și reînghețate;
- de obicei învelesc vegetația ierboasă sau arbustivă și prezintă o crustă translucidă;
- au efect estetic deosebit și nu creează probleme de deplasare, decât dacă maschează depozite groase de zăpadă formate printre arbuști;

i) riduri:

- ondulații pe suprafața depozitelor de zăpadă formate sub acțiunea vântului puternic asupra zăpezilor prăfoase;
- se dezvoltă pe suprafețe plane sau slab înclinate și au diferite forme (franșuri, plăci etajate, solzi, minidune etc.);

- fruntea acestora poate prezenta uneori o crustă translucidă, rezultată prin cristalizarea la îngheț a zăpezii;
- înălțimea lor este mică, fapt care nu ridică probleme de deplasare;

j) sastrugi/zastrugi:

- formațiuni cu aspect de șanțuri și creste ascuțite paralele, dezvoltate longitudinal, prin acțiunea vântului pe zăpezi fragile;
- vântul spulberă zăpada și o acumulează sub formă de valuri sau dune, apoi sculptează canalele și crestele rezultând relieful de sastrugi, pe care inuiții din Canada le numesc kaioqlaq;
- ca formă intermediară între acumularea de zăpadă inițială și sastrugi este cea numită de inuiți mapsuk, cu aspectul unui vârf de nicovală, rezultat prin scobirea bordurii opusă vântului mai puternic la bază și mai puțin la partea superioară;
- în profil longitudinal, crestele sunt mai puțin înclinate pe partea de sub vânt și mai abrupte pe partea opusă vântului;
- se pot întinde pe metri și zeci de metri lungime, iar înălțimea lor este de ordinul centimetrilor;
- se formează pe suprafețe plane sau slab înclinate și, în general, îngreunează deplasarea, fie perpedes, fie pe schiuri;

k) penitențe:

- sunt formațiuni cu aspect de ace, turle sau lame alungite și subțiri, spațiate strâns și îndreptate spre soare;
- se întâlnesc în munții înalți, la peste 3000 m altitudine;
- numele lor provine de la asemănarea cu o mulțime de oameni care stau în genunchi, iar forma lor evocă pălăriile înalte, înguste și albe purtate de frații ordinelor religioase în procesiunile organizate în Săptămâna Mare a Pocăinței din Spania;

- dimensiunile acestora sunt cuprinse între câțiva centimetri (micropenitențe) și peste 5 metri înălțime (macropenitențe);
- formarea reliefului de penitențe se datorează topirii diferențiate a zăpezii de pe suprafețele plane sau slab înclinate, fapt care determină apariția unor microdepresiuni;
- aceste microdepresiuni absorb mai multă căldură și se adâncesc, în timp ce pereții lor, care primesc mai puțină căldură, se intersectează și iau formă de turle sau lame;
- în anumite cazuri, formarea microdepresiunilor poate porni de la ridurile aflate pe suprafața câmpurilor de zăpadă;
- penitențele se degradează prin evaporație, topire, acțiunea vântului și ploilor;

l) poduri de zăpadă:

- formațiune cu aspect de arc dezvoltat peste o crevasă sau altfel de deschidere într-o masă de zăpadă mai veche sau gheață, prin acumularea zăpezii sub acțiunea vântului și transformarea ei într-o cornișă, care în cele din urmă poate obtura crevasa;
- traversarea acestor poduri de zăpadă este periculoasă, deoarece se pot prăbuși sub greutatea alpinistului;

m) rulouri/role/cilindri de zăpadă:

- formațiune rară, care apare când vântul exfoliază o bucată de zăpadă și o rotește, determinând conturarea unui bulgăre, ce crește în dimensiuni prin rostogolire pe pantă, transformându-se într-o rolă sau cilindru de zăpadă;
- bucata de zăpadă desprinsă trebuie să fie subțire și umedă, iar substratul de pe care a fost dislocată trebuie să fie mai dur sau fără aderență (gheață, zăpadă veche, zăpadă prăfoasă);

n) cupe:

- microdepresiuni cu aspect de cupe sau boluri mici, foarte dense, despărțite de niște borduri înguste, care se formează pe suprafețe slab înclinate, pe denivelări preexistente ale stratului de zăpadă, în perioade cu soare intens, în special primăvara, când stratul de zăpadă se înmoaie, se evaporă, se topește și se tasează inegal sub propria-i greutate;
- elementele lor componente sunt scobitura și marginile care o înconjoară;
- lărgimea și adâncimea acestora poate atinge câțiva zeci de centimetri;
- distrugerea cupelor se face prin evaporație, topire, vânt și ploaie;

o) urme de drenaj

- sunt structuri formate prin topirea zăpezii și scurgerea apelor rezultate;
- au aspect de canale, adesea ramificate, adâncite în stratele superficiale, dar și în cele de bază, ajungând până la sol;
- se extind prin curgerea apei, dar și prin topirea continuă a zăpezii, proces stimulat de absorbția radiațiilor solare de către materialele închise la culoare care se adună în aceste microdepresiuni;

p) microdepresiuni inelare/circulare:

- se formează în jurul unor copaci izolați prin acțiunea vântului care troienește zăpada pulverulentă în jurul acestora;
- dacă sunt suficient de adânci, pot oferi adăpost contra vânturilor;

r) microcratere:

- sunt microforme care dau un aspect ciuruit depozitelor de zăpadă, formate prin căderea picăturilor de apă rezultate în urma topirii zăpezii de pe crengile copacilor;

s) urme de pași, copite, gheare, labe:

- urmele de pași, copite și labe au forma unor microdepreziuni și sunt lăsate de oameni, copitate (cerb, căprioară etc.) sau carnivore (lup, urs, vulpe etc.);
- urmele de gheare sunt făcute de diferite păsări și au aspect caracteristic, sub forma unui desen pe covorul de zăpadă;
- urmele de pași, uneori și cele de copite, ajută la deplasarea pe zăpada groasă, fără a ne afunda prea tare;
- urmele de animale ne pot ajuta la orientare, deoarece ele indică o direcție de deplasare spre surse de apă, hrană (clăi și căpițe de fân, case în câmp), spre locuri deschise sau mai accesibile etc.;

O mențiune specială se poate face în legătură cu relieful petecelor de zăpadă rămase la munte până vara, târziu, pe suprafețele cu expunere nordică. Aceste petece sunt reprezentate de zăpadă căzută în timpul iernii, care a fost topită, reînghețată, compactată și transformată în neve. Ele pot fi resturi de cornișe, situate imediat sub culmi, sau rămășițe ale depozitelor de zăpadă care acopereau versanții, circurile glaciare și văile. Grosimea lor poate varia de la zeci de centimetri la peste 1-2 m, în funcție de grosimea inițială a zăpezii, și de topografia și topoclimatul locului în care se află.

Baza acestor petece de neve este formată din gheață, iar pe suprafața lor se pot observa riduri, solzi, cupe etc. Petecelile rezultate din topirea cornișelor și cele situate sub pereți stâncoși, prezintă o crevasă marginală (rundkluft, rimaye), care marchează

desprinderea lor de suprafața versantului sau de abrupt. În cazul în care petecele de zăpadă se suprapun peste ape curgătoare, la baza lor pâraiele sculptează tuneluri și galerii spectaculoase, a căror tavane se pot prăbuși din loc în loc. Interiorul acestor galerii și tuneluri prezintă arcade și scobituri. Prin topire, unele petece de neve alimentează pâraiele sau determină formarea unor lacuri efemere.

3.6. Procesele care afectează zăpada

A) procese termice:

a) topirea:

- determină înmuierea și transformarea zăpezii în apă, prin descompunerea granulelor de zăpadă;

b) înghețul:

- determină formarea crustei la suprafața cuverturii de zăpadă și modificarea granulației în cadrul stratelor de zăpadă, prin apariția unor agregate de gheață;

c) dezghețul:

- determină înmuierea stratului de zăpadă și modificarea granulației în cadrul stratelor de zăpadă;

d) reînghețarea:

- determină recristalizarea zăpezii înmuiate și apariția unor structuri de gheață în stratele de zăpadă (coloane, plăci, ace etc.);

B) procese eoliene:

- transportul (rostogolire, saltație, suspensie) și acumularea zăpezii sub formă de riduri, movile și troiene (valuri, dune);

- modelarea stratului de zăpadă depus pe formațiuni vegetale (crengi, tufișuri, iarbă) și pe obiecte (stâlpi, troițe, indicatoare, garduri etc.), sub diferite forme decorative, în condițiile înmuierii și reînghețării acestuia;
- formarea plăcilor de vânt, la suprafața depozitelor de zăpadă;

C) procese de stratificare:

- se desfășoară prin depunerea succesivă a unor strate de zăpadă, în urma episoadelor de ninsoare;
- de obicei, stratele sunt separate de cruste formate prin îngheț și prezintă anumite caracteristici fizice (granulație, duritate);
- uneori, stratul superficial, recent, poate fi afânat, fapt care este favorabil deplasării pe schiuri;
- slăbirea coerenței între strate poate determina producerea avalanșelor;

D) procese de tasare:

- determină îndesarea/compactarea stratului de zăpadă prin reșezarea cristalelor ca urmare a proceselor de îngheț-dezghet, prin acțiunea vântului sau prin acțiunea omului;

E) procese de deplasare:

a) deplasare simplă, pe distanțe scurte (plăci, bulgări, rulouri);

b) avalanșe de zăpadă:

- cauze: cantitate mare de zăpadă (supraîncărcare), tipul de zăpadă, stratificația, panta mare, creșterea temperaturii aerului, intensitatea vântului, traversarea versanților expuși și secționarea cuverturii de zăpadă, vibrațiile;

– elemente:

1) zona de pornire:

- se caracterizează prin acumulări mari de zăpadă și pante abrupte;

2) canalul de scurgere:

- este ruta pe care se deplasează masa de zăpadă (suprafețe fără vegetație forestieră, vâlcele, culoare, văi torențiale, versanți înclinați);

3) zona de acumulare:

- este sectorul unde se depune zăpada și materialele transportate de aceasta (bolovani, blocuri, trunchiuri de copaci etc.), datorită reducerii pantei și scăderii forței de transport;
- pentru a nu produce o avalanșă sau pentru a nu fi surprinși de o eventuală avalanșă, deplasarea se va face pe culmi sau pe suprafețe slab înclinate, evitându-se vâlcelele, văile torențiale, culoarele crionivale, circurile glacio-nivale, bazinele de recepție de la obârșiile văilor și versanții expuși;
- analiza riscului de avalanșă presupune, așa cum arătam și mai înainte, realizarea unei secțiuni/profil de 1-2 m în depozitul de zăpadă, în cadrul căruia se vor efectua teste de compresie și de duritate, stabilindu-se gradul de mobilitate al zăpezii.

4. Gheața

4.1. *Criosfera*

De la o anumită altitudine activitățile agrementale montane se desfășoară pe zăpadă și gheață, iar linia de la care acestea devin dominante poartă nume de limita zăpezilor permanente sau linia zăpezilor.

Aceasta este influențată, pe lângă altitudine, și de alți factori, precum: latitudinea, climatul (umed=zăpadă abundentă, arid=zăpadă insuficientă) și poziția în cadrul continentului (în interior=umezeală redusă, temperaturi de vară mai mari; în vecinătatea oceanului=umezeală mare, temperaturi de vară coborâte).

În funcție de acești factori, linia zăpezilor permanente se prezintă după cum urmează:

- la Ecuator: 4600-4700 m (Munții Kenya);
- în zona intertropicală: 5800-6500 m (Kilimanjaro, Anzii din Ecuador, Bolivia și Chile, Pico de Orizaba, Himalaya);
- la nord și sud de tropice: 3500-0 m (Alpi 2500-2800 m, Caucaz 2700-3800 m, Stâncoși 2100-3350 m, Alpii Noii Zeelande 1600-2700 m, Islanda 700-1000 m, Groenlanda 100-150 m, Antarctica 0-400 m).

Gheața este apă ajunsă în stare solidă prin îngheț, iar suprafața ocupată permanent de către aceasta se numește criosferă. Formele sub care se prezintă apa solidă pe întinderea Pământului sunt:

a) zăpada:

- cristale de gheață;
- câmpuri de zăpadă;

b) gheață marină/banchiză de gheață:

- strat plutitor de gheață care se formează prin înghețarea la suprafață a oceanelor și prin acumularea zăpezii în regiunile polare (în jurul Antarcticii, în Oceanul Arctic);
- are grosimi cuprinse între 1 și 5 m, excepțional 20 m;
- se prezintă ca un conglomerat de gheață și o soluție concentrată de saramură care umple interstițiile apărute între blocurile de gheață fuzionate, în care trăiesc alge și bacterii adaptate acestui mediu hipersalin;
- prin fragmentare generează sloiuri, care purtate de vânt și curenții oceanici se îngrămădesc sub forma unor creste;

c) gheață de șelf:

- este o platformă plutitoare groasă de gheață care se formează atunci când un ghețar sau o calotă de gheață curge spre zonele costiere și ajunge pe suprafața oceanului;
- se găsește în Antarctica (Ross, Filchner-Ronne), Groenlanda, Canada (insulele Ellesmere) și Rusia Arctică;
- are grosimi de 100-1000 m;
- prin fragmentare generează icebergurile, sub forma unor blocuri de gheață care plutesc pe apele oceanice;
- suprafața lor poate ajunge la mii de km², iar grosimea lor poate atinge câteva sute de metri, 90% din aceasta aflându-se sub apă;
- după formă există: iceberguri tabulare, basculate, domuri, turnuri, turle, blocuri, arcuri, portaluri, cetăți, cu formă neregulată;
- pot fi cățarate cu echipamentul adecvat (colțari, ciocane de gheață);

d) calote de gheață:

- sunt cuverturi de gheață care acoperă Antarctica (14 milioane km²) și Groenlanda (1,4 milioane km²);
- grosimea lor poate atinge mii de metri (2000-3000 m în Groenlanda);
- evacuarea gheții spre ocean se face prin intermediul coridoarelor de gheață, unde viteza de deplasare poate atinge 800 m/an (calota Antarctică se descarcă prin coridoare de gheață în proporție de 90%);
- prin fragmentarea frunții acestor coridoare de gheață se formează icebergurile;

e) ghețari de munte:

- sunt râuri de gheață situate în bazinele unor văi preexistente;
- prezintă trei secțiuni principale:
 - 1) zona de acumulare a zăpezilor și de alimentare a ghețarului;
 - zăpadă-firn-gheață;
 - 2) cercul glaciari/corrie/cwm:
 - depresiune semi-rotundă, concavă, unde s-a format gheața, deschisă la partea inferioară și mărginită de versanți abrupti de jur-împrejur;
 - după poziția în cadrul văii, cercul poate fi situat la obârșiile unei văi (în bazinul de recepție preexistent, în excavații preexistente) sau pe versanții văii, unde are aspect suspendat;
 - după gradul de dezvoltare există: circuri glaciare simple, izolate, circuri glaciare de tip căldare, mari, circuri glaciare de tip fotoliu, foarte largi, circuri complexe, compuse din mai multe circuri secundare, circuri în trepte, circuri de tip culoar etc.;

3) corpul ghețarului/limba ghețarului/râul de gheață:

- masa de gheață care curge din cercul glaciatic pe o vale, sub influența gravitației și a propriei greutate;

4) fruntea ghețarului:

- sectorul terminus al ghețarului unde se află zona de topire și limita zăpezilor permanente;
- uneori, când ghețarul ajunge la o unitate acvatică (lac, mare, ocean), fruntea are aspectul unui zid uriaș și atunci se rupe în bucăți adormite de gheață de șelf sau calotelor de gheață (ex. Perito Moreno, 74 m - Lacul Argentino, Argentina; Hubbard Glacier – Disenchantment Bay, Russell Fiord, Alaska; Briksdalsbreen Glacier – Lacul Briksdalsbreen, Sogn og Fjordane, Norvegia etc.);
- la partea terminală a ghețarului își au izvoarele numeroase râuri;

f) cupole sau domuri de gheață:

- se aseamănă cu calotele glaciare, dar au dimensiuni mult mai mici, atât ca suprafață, cât și ca grosime;
- acoperă structurile vulcanice din Islanda, platourile din Arhipelagul Arctic Canadian, Norvegia, insulele Svalbard și Spitzbergen, conurile vulcanice Kilimanjaro, Osorno (Chile), Rainier (SUA) etc.;

g) permafrost/pergelisol;

- pătură de sol și roci permanent înghețată situată în nordul Europei, Asiei, Americii, precum și în zonele montane înalte, unde temperatura medie anuală este sub -2°C ;
- atinge grosimi de 150-300 m în insulele Spitzbergen și 400 m în Iakuția.

Râurile și calotele de gheață se deplasează sau curg, sub influența forței de gravitație și proprii greutatei, de-a lungul văilor și a coridoarelor de evacuare cu diferite viteze (10-300 mm/an etc.).

Viteza de curgere depinde de pantă, configurația patului de curgere, lățimea văii, grosimea gheții, volumul de zăpadă din zona de acumulare, cantitatea de apă de la baza ghețarului etc. Curgerea este mai rapidă la centru, decât la margini, iar punctele de viteză maxima nu urmăresc axul văilor glaciare, ci o linie sinuoasă data de curburile acesteia. De asemenea, viteze de curgere a gheții crește dinspre amonte spre aval.

4.2. Caracteristicile fizice ale gheții

a) duritatea: însușirea de a opune rezistență la lovire cu un obiect (colțari, piolet etc.);

b) plasticitatea: proprietatea de a-și modifica forma sub acțiunea unei forțe active, fără să se rupă sau să crape; dacă această forță este mare, ghețarul crapă, apărând fisurile și crevasele;

c) stratificația: proprietatea de a prezenta mai multe strate, formate succesiv, în timp;

d) foliația: însușirea de a se desface în fâșii paralele din cauza stresului și a deformării suferite de ghețar în timpul curgerii;

e) liniația: aspectul alungit al agregatelor datorită proceselor de curgere;

f) porozitatea: proprietatea de a prezenta goluri generate de diferite particule înglobate în masa sa (aluviuni, sare) și de bulele de aer;

g) reînghețarea: proprietatea de a-și reface unitatea de bloc, dacă s-a fragmentat, cu ajutorul peliculei de apă de la suprafață sau de la contactul cu patul de curgere;

h) culoarea:

- albă: reflectă lumina zilei;
- albăstruie: absorbția radiațiilor roșii și galbene din spectrul luminii și reflectarea radiațiilor albastre;
- gri, negru: prezența poluanților;
- roșu, portocaliu: prezența algelor și ciupercilor.

4.3. Tipologia ghețarilor de munte

a) câmpuri de gheață:

- întinderi de gheață în zonele montane înalte din America de sud, America de nord și Asia;
- în depresiunile înalte au aspect de petece;
- sunt controlate de topografie și curg spre zonele joase învecinate, alimentând ghețari de vale;

b) ghețari de vale:

- sunt râuri de gheață pe văi preexistente, care curg dinspre zona de acumulare spre zona de topire;
- se pot alimenta din câmpuri de gheață sau din ghețari de circ;

c) ghețari de circ:

- ocupă o porțiune de circ sau întreg cercul glaciatic;
- pot avea caracter suspendat sau pot alimenta ghețarii de vale;

d) ghețari de tip piemont:

- sunt ghețari de vale care la contact cu suprafețele slab înclinate sau plane se dezvoltă radial sau lobat la partea terminală (ex. Malaspina, Vassar din Alaska);

e) ghețari de platou:

- platoșe de gheață care mulează platourile înalte sau ocupă excavațiile din cadrul acestora;

f) ghețari de maree/coastă:

- sunt ghețari de vale sau câmpuri de gheață care debușează în apele oceanelor;
- prin fragmentare produc iceberguri;
- se întâlnesc în Groenlanda, Patagonia, Alaska;

g) ghețari suspendați:

- ghețari de vale secundari, izolați pe versanții unei văi glaciare principale datorită topirii sistemului glaciatic respectiv;

h) ghețari de pietre:

- sunt formațiuni alcătuite din grohotișuri înghețate în gheață interstițială sau ghețari acoperiți cu un strat de grohotișuri provenite din dezagregarea rocilor de pe versanții limitrofi;
- deplasarea pe suprafața acestor ghețari este anevoioasă și riscantă.

4.4. Morfologia ghețarilor de munte

În procesul de curgere dinspre zona de formare spre zona de topire, masele de gheață erodează substratul și suferă o serie de deformări și transformări în urma cărora rezultă o morfologie specifică, atât la suprafață, cât și în interior, reprezentată prin: crevase, ogive, seracuri, acumulări de morene, grote, tunele etc.

a) Crevase:

- sunt fisuri sau fracturi adânci în masa unui ghețar;
- se formează ca urmare a mișcării ghețarului și a stresului rezultat din tensiunea de forfecare generată de curgerea gheții peste substratul rigid;

- crevasele au adesea pereți verticali sau aproape verticali care se pot topi, generând diferite forme, cum ar fi: seracurile, arcurile etc.;
- adâncimea crevaselor poate avea zeci de metri, lățimea poate înregistra câțiva metri, iar lungimea lor se poate întinde pe sute de metri;
- crevasele sunt localizate la partea superioară a ghețarilor, deoarece, în profunzime, straturile de gheață sunt comprimate într-o stare aproape plastic și pot curge peste majoritatea obstacolelor fără a se rupe;
- crevasele pot fi acoperite cu un pod de zăpadă, dar nu umplute, fapt care le face invizibile și periculoase pentru alpiniști;
- prezența apei în crevase poate crește viteza de adâncire a acestora, dar și viteza de deplasare a ghețarului, deoarece se stabilește o conexiune hidrologică între suprafața gheții afectată de topire și baza ghețarului, unde surplusul de apă poate lubrifia patul de curgere;

Se disting următoarele tipuri de crevase:

1) crevase de tip rimaye/randkluft:

- se formează prin desprinderea ghețarului de pereții cercului glaciatic datorită deplasării acestuia spre aval sau topirii gheții la contactul cu roca în timpul încălzirilor;

2) crevase de tip bergschrunds:

- sunt despicături care se formează în cercul glaciatic datorită mișcării rotaționale efectuate de către ghețar în procesul de deplasare a acestuia spre aval;
- adâncimea acestor crevase poate atinge peste o sută de metri;

3) crevase longitudinale:

- se formează paralel cu direcția de curgere a ghețarului, în zonele de stres la tracțiune, cum ar fi sectoarele curbe sau de extindere în lățime a ghețarului;
- sunt concave în jos și formează un unghi mai mare de 45° , cu marginile;

4) crevase marginale:

- rezultă din tensiunea de forfecare de la marginea ghețarului și stresul longitudinal de compresiune datorită extensiei laterale;
- se extind dinspre marginile ghețarului, sunt concave spre amonte și fac un unghi mai mic de 45° cu marginile;
- în sectorul median al ghețarului, unde tensiunea de forfecare este zero, aceste crevase dispar;

5) crevase transversale:

- se formează într-o zonă de extindere longitudinală a ghețarului, unde tensiunile de forfecare sunt paralele cu direcția de curgere a gheții și creează o tensiune de întindere extensională;
- aceste crevase pot afecta toată lățimea ghețarului și apar în sectoarele mai abrupte ale văii;

6) crevase radiare:

- se formează în sectoarele în care ghețarul se curbează;
- gheața de pe partea exterioară a cotului se deplasează mai repede decât gheața de pe partea interioară a acestuia, iar tensiunea care apare în masa de gheață generează crăpături care radiază spre exteriorul ghețarului;

b) ogive:

- sunt benzi sau valuri concave alternative, închise și deschise la culoare, care se formează pe unii ghețari;
- formează creste și adâncituri;
- alternanța de culori se datorează materialelor detritice înglobate în masa ghețarului sau densității diferite a gheții;
- culoarea închisă=șanțuri de gheață, formate în timpul verii datorită topirii gheții, culoarea deschisă=creste de gheață formate iarna, când gheața nu este afectată de topire;
- concavitățile acestor formațiuni sunt orientate spre amonte, deoarece viteza de curgere a gheții este mai mare în partea centrală, fiind astfel, un indicator al curgerii ghețarului;

c) seracurile:

- sunt blocuri de gheață formate pe suprafața ghețarilor prin intersectarea crevaselor;
- au dimensiuni mari (metri, zeci de metri) și formă de ace, coloane, turnuri, ziduri, creste etc.;
- această denumire a fost dată de către savantul și alpinistul Horace-Bénédict de Saussure la 1779, din cauza asemănării dintre topografia gheții și un sortiment dens și sfărâmicios de brânză elvețiană și franceză numit serac (de la serum=zer, în latină);
- sunt structuri instabile, afectate de fisuri, și se pot prăbuși, amenințând viața alpiștilor care se deplasează pe ghețari, dar, în același timp, unele pot rezista mai multe sezoane, în funcție de masivitatea lor și de condițiile meteorologice;

- din această cauză, este de evitat apropierea de seracuri și escaladarea acestora, mai ales că în literatura de specialitate sunt citate catastrofe care s-au produs prin prăbușirea seracurilor (anul 1981, Munții Rainier, 11 alpiniști morți; anul 2008, K2, 11 alpiniști uciși; anul 2014, Everest, 16 alpiniști morți datorită prăbușirii unui serac de pe umărul de vest al vârfului Everest etc.);
- în sectoarele abrupte și înguste ale ghețarilor seracurile și crevasele dobândesc un aspect haotic și formează adevărate cascade de gheață dificil de escaladat (ex. ghețarul Khumbu, Everest);

d) penitențe:

- formațiuni cu aspect de turle și creste, despărțite de adâncituri, rezultate prin topirea diferențială a unei mase de gheață;
- au dimensiuni de ordinul zecilor de cm, până la 1-2 metri;
- îngreunează deplasarea;

e) acumulări de morene:

- materiale neconsolidate (detritice) transportate de ghețari, reprezentate prin pietrișuri, nisipuri, argile și blocuri de rocă;
- în funcție de poziția lor în cadrul ghețarului există:
 - 1) morene de fund: la baza ghețarului, pe patul de alunecare;
 - 2) morene de suprafață: situate pe întinderea ghețarului sub formă izolată (blocuri desprinse de pe versanții vecini) sau concentrate (pânze sau benzi de nisipuri, pietrișuri sau argile);
 - 3) morene mediane: au formă de creastă, sunt situate pe mijlocul ghețarului și provin fie din erodarea unor proeminențe stâncoase (nunatakuri), fie din convergența morenelor laterale transportate de doi ghețari;

- 4) morene marginale: sunt situate pe marginile ghețarului sub forma unor creste și provin din erodarea versanților limitrofi;
- 5) morene frontale: la partea terminal a ghețarului;
- 6) morene interne: prinse în masa ghețarului;

f) cavități:

Prin crevase pot pătrunde apele de suprafață rezultate din topirea ghețarului, fapt care contribuie la creșterea mobilității acestuia. De asemenea, în urma acțiunii cursurilor de apă supra și subglaciare în masa ghețarului se pot forma diferite cavități, cum ar fi: grotele, tunelurile, golurile și morile glaciare, cu potențial mare pentru turismul științific și de aventură.

Morile glaciare (glacier mill) sunt conducte verticale sau puțin înclinate, de zeci și sute de metri adâncime, care apar pe suprafețele plate ale ghețarilor în urma pătrunderii apelor de suprafață prin crevase spre interiorul acestora. Denumirea de moară glaciară vine de la zgomotul produs de căderea apei înspre profunzimile ghețarului.

Apa morilor glaciare se comportă ca un lubrifiant, contribuind la mobilizarea ghețarilor, iar odată pătrunsă în interiorul acestora dă naștere altor cavități amintite mai sus, și iese la periferia sau la marginea ghețarului, la un nivel mai coborât.

Tunelele glaciare se dezvoltă în masa ghețarilor sau la baza acestora prin acțiunea șuvoaielor de apă. Dimensiunile acestora pot atinge zeci de kilometri în lungime și sute de metri în lățime, iar forma lor interioară este complexă și reflectă caracteristicile hidrodinamice ale curenților de apă. În anumite regiuni, tunelele glaciare sunt amenajate pentru turism, oferind experiențe de neuitat. Explorarea pe cont propriu a acestor forme de relief necesită cunoștințe solide de alpinism și un echipament adecvat.

În interiorul maselor de gheață sau la periferia acestora pot să apară grote de diferite dimensiuni, rezultate prin mecanisme hidrodinamice, în interiorul cărora se pot forma lacuri efemere. Uneori, pe pereții acestor grote se pot forma diferite formațiuni din gheață (pseudospelotele), deosebit de interesante.

De asemenea, în microdepresiunile apărute pe suprafața ghețarilor se formează adesea lacuri supraglaciare, care pot atinge sute de metri și chiar kilometri în diametru, adâncimi de zeci de metri, iar fundul lor poate fi căptușit cu sedimente (nisipuri grosiere, pietriș), care se depun în ritmuri rapide (1 m pe an).

4.5. Morfologia ghețarilor de calotă

Acești ghețari, numiți inlandsis sau ghețari continentali, se întâlnesc în Antarctica, Groenlanda și insulele din Oceanul Arctic. Prin acțiunea mai multor factori modelatori, suprafața lor dobândește o morfologie complexă, care influențează activitățile sportive montane din regiunile respective. Se disting, astfel:

a) creste de presiune:

- formațiuni cu aspect zimțat, formate prin suprapunerea plăcilor de gheață care plutesc pe ocean/mare;

b) riduri de gheață:

- ondulații create de vânt prin reînghețarea apei rezultate din topirea gheții;
- forma lor este sporită de stratele subțiri de zăpadă;

c) creste longitudinale de zăpadă:

- au dimensiuni mari;
- sunt separate de suprafețe cu gheață dură sau de canale;

d) blistere de gheață:

- au forma unor movile, fisurate la partea superioară, formate prin dilatarea apei în timpul înghețului;

e) lumânări de gheață:

- sunt cristale verticale de gheață, formate prin reînghețarea apei rezultate prin topirea gheții;
- au lungimi de până la 30 cm;

f) dyke-uri de gheață:

- structuri formate în ghețarii de șelf, de-a lungul unor fracturi în care a înghețat apa mării;
- au lungimi mari și lățimi de câțiva metri;

g) crevase paralele reînghețate:

- fracturi în care a reînghețat apa;
- au lungimi mari, dar lățimi mici, de 4-5 cm;

h) pereți scobiți:

- structuri formate prin eroziunea apei și ablație, în vecinătatea unor canale;
- au înălțimi de 2-3 m;
- pot prezenta un fel de contraforturi cu profil ascuțit;

i) suprafețe polizate de vânt:

- suprafețe de gheață relativ netede, la formarea lor contribuind și topirea gheții și reînghețarea apei;

j) turnuri de gheață:

- sunt formațiuni care apar prin distrugerea bordurilor unor canale.

4.6. Gheața de pe râuri

Toamna și iarna, când temperaturile scad sub zero grade, pe râurile din zona temperată se formează gheața, care se prezintă sub mai multe forme, cum ar fi:

a) acele de gheață:

- aspect de pojghiță subțire, discontinuă, care plutește pe apa râului;

b) gheață la mal:

- pojghiță sau fâșie îngustă temporară sau permanentă de gheață, formată la maluri datorită vitezelor de curgere mai reduse și adâncimilor mai mici;

c) năboiul sau zaiul:

- masă de gheață buretoasă sau spongioasă, opacă și afânată, care plutește pe toată lățimea râului, fie sub formă de aglomerări desprinse de pe fundul râului, fie sub formă de cristale de gheață sau gheață desprinsă de la maluri;

d) năboiul de zăpadă:

- masă amorfă de zăpadă căzută în apa râului, care contribuie la reducerea vitezei de scurgere și chiar la blocarea acestuia;

e) gheață de fund:

- cristale de gheață depuse în jurul pietrelor, crengilor și rădăcinilor;

f) canalul dezghețat:

- apare prin înaintarea gheții dinspre mal spre centrul râului, până când rămâne o zonă îngustă cu aspect de canal;

g) podul de gheață:

- formațiune de îngheț care acoperă toată suprafața râului;
- poate fi continuu sau întrerupt, iar grosimea gheții poate atinge câțiva zeci de centimetri;
- primăvara, prin topire și fragmentare, generează inundații, sloiuri și baraje de gheață care produc distrugerii ale unor elemente de infrastructură (poduri, garduri, gospodării, baraje, diguri etc.;

h) sloiurile de gheață:

- se formează prin distrugerea podurilor de gheață, odată cu creșterea temperaturilor;
- bucățile de gheață rezultate curg spre aval;

i) zăpoarele:

- se produc prin dezghețul dinspre amonte spre aval al râurilor;
- blocurile de gheață rezultate au dimensiuni mari și blochează râurile, contribuind la producerea inundațiilor;

j) repezișuri de gheață:

- sunt formațiuni de gheață (trepte, cascade, poduri) pe pâraie cu pantă mare;

k) discurile și cercurile de gheață:

- se formează în sectoarele line, prin acțiunea curenților circulari care adună gheața de pe suprafața apei în asemenea structuri;
- dimensiunile acestor formațiuni pot ajunge la zeci de metri în diametru (ex. Vana-Vigala, Estonia=diametru de peste 20 m; Westbrook, Maine=diametru de 91 m);

l) trepte de gheață:

- se formează prin acumularea gheții pe treptele de rocă din albie, pe bancuri de aluviuni, pe blocuri de piatră etc.;

m) cascadele înghețate:

- sunt cascade a căror cădere de apă a înghețat sub diferite forme (coloane, domuri, văluri, draperii, stalactite etc.), fapt care le face deosebit de atractive pentru alpiști;
- aceste structuri provin din înghețarea unor pâraie sau a unor scurgeri ocazionale de apă pe pereți stâncoși și pot fi escaladate cu o echipare corespunzătoare (colțari de gheață, ciocane de gheață, șuruburi tubulare, corzi, bucle echipate și alte accesorii);

- în funcție de gradul lor de dezvoltare, pot fi: simple, alcătuite dintr-un singur corp de gheață, sau complexe, alcătuite din mai multe corpuri de gheață etajate sau paralele;
- panta cascadelor înghețate depășește 40°, lungimea și lățimea lor este variabilă, în funcție de mărimea și debitul sursei de apă, iar morfologia lor de amănunt este complexă, fiind reprezentată de proeminențe ascuțite sau rotunjite, trepte, creste, șanțuri, scobituri, falduri, stalactite, stalagmite, coloane etc.;

n) formațiunile bizare:

- se formează prin acumularea gheții în jurul unor plante, obiecte și structuri de pe mal, cum ar fi: arbuști, arbori, poduri, baraje, diguri, mobilierul de pe mal, stâlpii de electricitate etc.

4.7. Gheața de pe lacuri

În timpul iernii, suprafața lacurilor îngheață și se formează mai multe tipuri de gheață, după cum urmează:

- gheață primară, la suprafață, formată prin cedarea de căldură de către apă;
- gheață secundară, sub stratul de suprafață, formată prin răcirea apei;
- gheață suprapusă, peste stratul de suprafață, formată prin înghețarea apei de ploaie și a zăpezii;
- gheață plutitoare care se acumulează și generează gheață la mal.

Morfologia gheții de pe lacuri este diversă și spectaculoasă, putând fi folosită pentru diferite activități agrementale și sportive. Dintre formele pe care le îmbracă gheața pe lacuri și pe maluri menționăm:

1) cruste de gheață:

- bucăți subțiri de gheață care se formează pe suprafața lacurilor în ape calme;

2) discuri, farfurii și cercuri de gheață:

- formate prin acțiunea curenților circulari de pe suprafața apei, în condiții de calm atmosferic;

3) plăci de gheață:

- porțiuni subțiri de gheață, rezultate prin fragmentare gheții de pe lac, aflate în derivă sau aglomerate haotic în anumite locuri;

4) blocuri de gheață:

- porțiuni groase de gheață, rezultate prin fragmentarea gheții de pe lac, aflate în derivă sau adunate haotic într-un loc;

5) poligoane de gheață:

- se formează în gheața primară de suprafață moale și amorfă, în condiții turbulente;
- sunt delimitate de margini mai proeminente, rezultate prin îmbinarea fragmentelor poliedrice de gheață;

6) bile de gheață:

- se formează la țărm, prin acțiunea valurilor în ape reci, care împing și modelează gheața;
- se mai numesc în glumă "mingi de bowling ale sirenelor";
- diametrul acestor structuri poate fi de ordinul centimetrelor;

7) candelă/lumânări de gheață:

- formațiuni columnare de gheață putrezită, orizontale sau vertical, apărute prin topirea gheții primare, care cristale lungi și subțiri pe măsură ce se topește.

8) valuri de gheață:

- structuri apărute prin înghețarea zăpezii topite din apa lacurilor;

9) tsunami de gheață:

- formațiuni asemănătoare valurilor tsunami, formate la țărm, primăvara, în timpul vânturilor puternice, care rup, împing și ridică gheața de pe lacuri;

10) rețele de fisuri:

- formate prin procese de dilatare și contracție a gheții de pe lacuri, datorită variațiilor termice;

11) movile și îngrămădiri de gheață:

- structuri apărute la țărm, prin îngrămădirea de către valuri, la vânturi puternice, a fragmentelor de gheață formate prin topire pe suprafața lacurilor;

12) formațiuni bizare:

- apar prin depunerea gheții în jurul vegetației, obiectelor și structurilor de pe maluri.

4.8. Gheața din peșteri

În unele peșteri din zona temperată există gheață perenă, formată cu mii de ani în urmă, care se păstrează în continuare datorită condițiilor termice de la suprafață și schimburilor aerodinamice între peșteră și exterior, iarna și vara (iarna, când temperatura de la suprafață este mai mică decât temperatura din peșteră, aerul mai cald al peșterii iese și este înlocuit cu aerul mai rece de afară; vara, din cauza diferențelor de densitate, se produce o inversiune termică, prin care aerul mai rece stagnează în peșteră).

Geneza formațiunilor de gheață este explicată prin mai multe modele, cum ar fi:

- 1) apa de suprafață care se adună în peșteră, îngheață;

2) zăpada acumulată în peșteră de-a lungul timpului s-a comprimat sub propria greutate și a generat gheață cristalină, asemănătoare gheții de ghețar;

3) apa care se infiltrează prin tavanul peșterii îngheață și formează țurțuri, stalactite, stalagmite, coloane de gheață sau cascade de gheață;

4) vaporii de apă din peșteră pot îngheța și pot forma cristale de gheață, pene de gheață și plăci de gheață bidimensionale pe pereții și tavanul peșterii;

5) pătrunderea unui ghețar de suprafață prin gura unei peșteri, pe o distanță scurtă, poate forma un dop de gheață (ex. Peștera Castleguard, din Alberta, SUA).

Morfologia majoră a ghețarilor din peșteri este reprezentată prin platouri, domuri, turnuri, stalactite, stalagmite, coloane, cascade, limbi, falduri mobile etc., pe care se suprapune o morfologie de amănunt, datorată proceselor de ablație și proceselor antropice, constituită din:

- forme generate prin înghețarea peliculelor de apă: podele de gheață, limbi de gheață, cascade de gheață, cortine de gheață;
- forme generate prin înghețarea picăturilor de apă: stalactite de gheață, stalagmite de gheață, coloane de gheață, mobile de gheață;
- forme generate de circulația aerului și sublimarea gheții: scobituri, creste, proeminențe de gheață, mobile de gheață;
- forme generate de apa curgătoare și stagnantă: adâncituri sub formă de cupe, boluri și puțuri, canale, microdepresiuni;
- forme antropice: microdepresiuni de topire, adâncituri de topire și cupole de tavan cauzate de lămpile electrice, creștături și canale pe potecile turistice;

În anumite cazuri, în interiorul maselor de gheață au apărut:

- forme antropice: tuneluri artificiale, tăiate în blocurile de gheață, pentru circulația turiștilor; cupole de tavan în cadrul coridoarelor artificiale, datorate acțiunii lămpilor electrice;
- forme generate de circulația aerului și sublimare: scoici și flaute pe pereții tunelurilor artificiale, scobituri în tavanul tunelurilor artificiale.

La contactul dintre maselor de gheață și rocile de bază se pot forma cavități de sublimare și microdepresiuni.

Exemple de peșteri cu ghețari în interiorul lor: Bandera (New Mexico, SUA), Bixby State Preserve (Iowa, SUA), Booming Ice Chasm (Alberta, Canada), Bortig, Vârtop, Scărișoara, (Munții Apuseni, România), Canyon Creek (Alberta, Canada), Castleguard (Alberta, Canada), Coudersport Ice Mine (Pennsylvania, SUA), Decorah Ice Cave State Preserve (Iowa, USA), Demänovská (Slovakia), Dobšiná (Slovacia), Eisriesenwelt (Werfen, Austria), Grotta del Gelo (Sicily, Italia), Grotte Casteret (Aragon, Munții Pirinei), Kungur (Perm Krai, Rusia), Narusawa (Muntele Fuji, Japonia), Niter (Idaho, SUA), Sam's Point Preserve (New York, SUA), Shawangunk Ridge (New York, SUA), Speilsalen (Norvegia), Víðgelmir (Islanda).

II.

Relieful

1. Parametrii morfometrici ai reliefului

a) altitudinea:

- reprezintă înălțimea unui punct de pe suprafața terestră în raport cu un nivel de bază/ referință;
- poate fi absolută, când este măsurată de la nivelul mării, și relativă, când se măsoară de la o suprafață de nivel oarecare (vale-vârf, înșeuare-vârf etc.);
- se exprimă în m/picioare și mai poartă numele de cotă/cotă altimetrică;
- prin valorile sale determină etajarea elementelor meteo-climatice (temperatură, precipitații, vânturi etc.) și biogeografice (vegetație, fauna, sol), desfășurarea proceselor morfodinamice (meteorizație, eroziune, transport, acumulare), relieful de amănunt, gradul de dificultate al unui traseu și influențează organismul uman și specificul activităților agrementale;

b) panta sau geodeclivitatea:

- exprimă gradul de înclinare a terenului față de un plan orizontal;

- se exprimă în grade, procente (m/suta de m) sau promile (m/km);
- prin valorile sale determină dinamica proceselor clino-trope (spălare, șiroire, ravenare, alunecare, rostogolire, prăbușire) care influențează deplasarea alpiștiștilor pe diferite suprafețe, gradul de dificultate al unui traseu, efortul care trebuie depus pentru deplasare și condițiile de campare;

b) densitatea fragmentării reliefului:

- reprezintă gradul de fragmentare a unui teritoriu prin eroziune fluvială sau raportul care există între rețeaua hidrografică (pâraie, râuri, fluvii) și o anumită suprafață de teren;
- se manifestă prin densitatea văilor și culmilor dintr-o anumită regiune;
- se exprimă în m/km^2 , iar prin valorile sale influențează deplasarea spre obiectivul propus;

c) adâncimea fragmentării reliefului/energia reliefului:

- reprezintă profunzimea la care a ajuns eroziunea liniară/verticală exercitată de agenții morfogenetici în timp;
- se manifestă prin diferențele de nivel/altitudine dintre vârfuri/culmi și baza văilor/depresiunilor/înșeuărilor;
- se exprimă în m sau în m/km^2 , iar prin valorile sale influențează dinamica proceselor modelatoare (spălare, șiroire, ravenare, alunecare, prăbușire) și efortul depus de muntenari pentru deplasare;
- diferența de nivel poate fi considerată pozitivă (în urcare) și negativă (în coborâre);

d) proeminența topografică sau orometrică:

Proeminența reprezintă diferența de nivel dintre creștetul unui vârf și baza sa, exprimată printr-o zonă joasă, învecinată numită înșeuare cheie (key cool, key saddle). Acest parametru, numit și înălțime/altitudine autonomă se corelează cu altitudinea relativă și rezultă prin eroziunea în adâncime exercitată de agenții externi.

Preocupările privind stabilirea proeminenței minime au început în Marea Britanie, când s-a încercat identificarea structurilor geomorfologice cu funcție de "munte" din Anglia, Wales și Irlanda. Astfel, în anul 1891, Sir Hugh Munro considera că un munte trebuie să aibă înălțimea de cel puțin 900 m (914 m), o proeminență de cel puțin 55 m și să fie suficient de izolat față de alți munți. În anul 1920, John Rooke Corbett include în lista munților unitățile geomorfologice cu altitudine cuprinsă între 762 m-914 m, și proeminența minimă de 150 m. În anul 1935, Percy Donald este de părere că unitățile montane sunt cuprinse între 610 m-833 m, iar proeminența minimă este de 30,5 m. John și Anne Nuttall în ghidul „The Mountains of England and Wales” (1989, 1990) consideră că valoarea proeminenței trebuie să plece de la 15 m, iar înălțimea munților de la 610 m. În 1992, Fiona Graham publică o listă în care vârfurile montane au între 610 m-762 m, cu proeminența de cel puțin 150 m, iar Alan Dawson, în lucrarea „The Relative Hills of Britain” (1992), întocmește lista Marilyns, considerând proeminența ca fiind de cel puțin 150 m pe toate laturile muntelui. Richard Goedeke (1991), decide să folosească pentru a defini proeminența minimă a unui vârf cu importanță pentru muntenărie, lungimea clasică de coardă, respectiv 30 m. În anul 1994, UIAA preia această condiție și stabilește valoarea minimă a proeminenței, pentru ca un vârf să fie considerat independent, la 30 m (o lungime de coardă).

În 1995, Michael Dewey publică lucrarea „Mountain Tables: Tables of the mountain and hill summits of England and Wales”, în care unitățile montane sunt cuprinse între 500 m-610 m, iar proeminența minimă este de cel puțin 30 m. În 1997, Alan Dawson publică lista Hewitt, care include vârfuri montane cuprinse între 610 m-1085 m, iar proeminența minimă este de 30 m.

În SUA, valoarea minimă a proeminenței, pentru ca o structură geomorfologică să fie considerată vârf independent, este de 91 m, iar proeminența de 600 m definește vârfurile cu statut important.

Vârfurile independente sau vârfurile-părinte sunt vârfurile cu proeminență mare, iar vârfurile din vecinătatea lor reprezintă sub-vârfuri. Un alt parametru care se utilizează pentru ierarhizarea vârfurilor în alpinism este dominanța orometrică, definită ca diferența dintre proeminența unui masiv montan și înălțimea sa ($P/Alt \cdot 100$). Aceasta arată procentul de dominare a unui vârf în cadrul unui sistem montan.

Pe lângă importanța tehnică, proeminența orometrică are și o relevanță psihologică asupra performanței, adică vârfurile cu proeminență mare au valoare competițională. Ca atare, s-a reconsiderat statutul unor vârfuri și au apărut noi provocări legate de escaladarea lor, un asemenea exemplu fiind Bloomers Challenge din Marea Britanie, care cuprinde vârfuri cu proeminența minimă de 500 m.

Vârfurile, ca entități geografice, pot fi definite din două perspective:

- 1) ca poziție în cadrul unui sistem morfogeografic: vârfurile reprezintă structuri geomorfologice situate la partea superioară terminală a unui munte (înălțime)=vârful muntelui;
- 2) ca geomorfologie: vârfurile reprezintă proeminențe situate în planul culmilor (rise), definite prin elemente morfografice

(bază, formă, flancuri, extremitate superioară) și morfometrice specifice (altitudinea, înclinarea și lungimea flancurilor, diferența de nivel dintre bază și extremitatea superioară).

Vârfurile au apărut în procesul de modelare a spațiilor montane, la detașarea lor contribuind petrografia (tipul de rocă), moștenirea structurală (modul de prezentare a corpurilor geologice), factorii hidro-atmosferici (precipitațiile, variațiile termice, vânturile, gheața), biogeografici (acțiunea vegetației, organismelor) și antropici (omul și activitățile sale).

Din această cauză, între vârfurile situate pe o culme montană se stabilesc anumite raporturi genetice (vârstă), altimetrice (înălțime) și spațiale (distanța dintre vârfuri).

Punctul de vedere genetic este foarte important în stabilirea proeminenței, deoarece vârfurile diferă între ele ca rang. Vârfurile cele mai înalte sunt considerate vârfuri-părinte, iar vârfurile situate sub altitudinea acestora reprezintă sub-vârfuri, de rang I, II, III etc.

În acest context, vârfurile de rang inferior se subordonează vârfurilor de rang superior, iar proeminența lor se stabilește în raport cu acestea. În final, toate sub-vârfurile se subordonează vârfului-părinte, într-o așa zisă linie a descendenței genetice (lineage).

Valoarea proeminenței este relevantă în activitățile agrementale montane, deoarece vârfurile reprezintă obiective care trebuie escaladate din mai multe motive:

- sunt cele mai înalte suprafețe ale muntelui, care atrag atenția și interesul;
- oferă puncte de belvedere asupra regiunilor înconjurătoare;
- implică solicitări fizice și mentale deosebite pentru a fi atinse;
- constituie ținte cu conotații sportive competitive.

Din această cauză, altitudinea și proeminența vârfurilor, alături de componenta estetică, indusă prin formă (conică, piramidală, cupolică) și relief de amănunt al flancurilor (versanți, trepte, abrupturi, ravene, creste, circuri glaciare, câmpuri de debriuri etc.) constituie motivele cele mai importante pentru practicarea activităților agrementale montane.

e) expoziția/orientarea versanților:

- este un parametru care se referă la orientarea suprafețelor de teren față de direcția nord;
- influențează cantitatea de radiație solară primită, umiditatea, regimul temperaturilor și al precipitațiilor, durata și grosimea stratului de zăpadă, structura elementelor biogeografice, procesele morfodinamice și relieful de amănunt;

2. Parametrii morfografici ai reliefului

a) tipuri de interfluvii:

- interfluviile sau culmile sunt forme de relief pozitive care despart văile;
- elementele lor componente sunt: axul și flancurile;
- tipuri de interfluvii:
 - 1) după origine:
 - interfluvii primare, decupate dintr-o suprafață inițială;
 - interfluvii secundare, detașate pe flancurile interfluviilor primare;
 - 2) după profil:
 - în profil transversal: interfluvii plate, rotunjite, teșite, ascuțite (ridge, arete), înguste, largi;

- în profil longitudinal: interfluvii drepte, concave, convexe, în trepte, denivelate și accidentate (vârfuri, proeminențe, înșeuări, curmături, strungi);

3) după gradul de modelare/relieful de amănunt:

- interfluvii simple, puțin modelate;
- interfluvii complexe, modelate intens prin eroziune fluvială, glaciară, periglaciară, antropică;

4) după desfășurarea în plan:

- interfluvii drepte/rectilinii;
- interfluvii sinuoase;
- interfluvii ramificate;
- prin configurația lor, interfluviile influențează deplasarea spre/dinspre vârfuri (durată, echipament, tehnici), camparea, efectuarea diferitelor amenajări pentru agrement etc.;

b) tipuri de văi:

- văile sunt forme de relief negative create prin eroziune liniară;
- elementele văilor sunt: talvegul, albia minoră, albia majoră (lunca), terasele și versanții;
- categorii de văi:

1) după geneză:

- văi fluviale (văi torențiale, chei, defilee, canioane), văi epigenetice, văi antecedente, văi de captare, văi glaciare și periglaciare, văi subglaciare (create de torenții care curg la baza ghețarilor), văi de sufoziune, văi carstice (văi oarbe, văi dolinare, văi în trepte antitactice);

2) după poziția față de structura geologică:

- văi subsecvente, consecvente, obsecvente și resecvente (în structuri monoclinale);

- văi de anticlinal, văi de sinclinal, văi de tip ruz, văi de butonieră (în structuri cutate);
- văi de falie, văi de fractură, văi de graben (în structuri faliat);

3) după raportul cu liniile tectonice:

- văi longitudinale, văi transversale, văi diagonale, văi mixte;

4) după stadiul de evoluție:

- văi incipiente (văiugi, ravene, torenți), văi tinere, văi mature, văi bătrâne;

5) după profil:

- în profil transversal: înguste, largite, cu nivele de eroziune, în formă de V (fluviale) sau U (glaciare), simetrice, asimetrice;
- în profil longitudinal: concave, convexe, mixte, cu rupturi de pantă, cu despletiri, cu diferite forme de acumulare;
- prin caracteristicile lor, văile sunt culoare de circulație, care asigură deplasarea spre diferite obiective atractive, camparea și practicarea unor activități specifice muntelui, precum și amplasarea unor elemente de infrastructură turistică (drumuri, poduri, viaducte, pasarele, stațiuni, unități de cazare și agrement etc.);

c) tipuri de versanți:

- versanții sunt suprafețe de racord între baza unei văi/depresiuni și suprafața interfluviilor învecinate;
- elementele componente ale versanților sunt: fața sau planul, panta, lungimea, poala, baza, muchia;

– tipuri de versanți:

- 1) după geneză: tectonici și fluviali;
- 2) după formă: drepți, concavi, convecși, în trepte, complecși;
- 3) după înclinare: abrupti, moderați, lini;
- 4) după relieful de amănunt/gradul de modelare:
 - versanți simpli/puțin modelați: nu conțin forme sau conțin puține forme de relief;
 - versanți complecși/modelați intens: conțin numeroase forme de relief de origine pluvială (ogașe, ravene, torenți, conuri aluviale), fluvială (bazine de recepție, văi, conuri aluviale, terase), glaciară (circuri, văi suspendate) și periglaciară (văiugi, hornuri, văi torențiale, creste, umeri și trepte, câmpuri de gelifracțe, formațiuni stâncoase), antropică (terasete, șanțuri, gropi, movile, guri de mină, halde de steril, drumuri, abrupturi, culoare de corhănire a buștenilor, structuri betonate) și biogenă (poteci de vite, mușuroaie, excavații);
 - prin trăsăturile lor, versanții influențează ascensiunea spre vârfuri și culmi (durată, echipament, tehnică, riscuri) și condiționează amplasarea unor elemente de infrastructură turistică (drumuri, pârtii de schi, parcuri de aventură, stațiuni turistice, transport pe cablu etc.);

d) patternul orohidrografic:

Reprezintă configurația sau tiparul unui areal montan în funcție de asocierea în plan a interfluviilor și văilor (sistemul orohidrografic). Acesta rezultă prin fragmentarea unui teritoriu sub acțiunea apelor curgătoare (eroziune fluvială).

După raportul cu structura pe care au fost croite, interfluviile pot fi:

- 1) primare, rezultate din fragmentarea fluvială a structurii inițiale (culmile principale, planezele de pe conurile vulcanice, interfluviile de pe flancurile corpurilor magmatice etc.);
- 2) derivate, rezultate prin disecarea interfluviilor primare (interfluvii secundare, terțiare etc.);

În funcție de aspectul structural al arealului montan și de poziția nivelelor de bază care au controlat eroziunea fluvială, se disting mai multe tipuri de patternuri orohidrografice:

- radiar-divergente: pe conuri vulcanice, pe domuri magmatice;
- radiar-convergente: în caldere, în circuri glaciare;
- rectangulare și unghiulare: pe areale montane desfășurate longitudinal (ex. Făgăraș, Piatra Craiului);
- arborescente: pe masivele montane disecate intens de eroziunea fluvială.

Analiza geomorfologică de detaliu efectuată asupra unor masive montane cu relevanță pentru alpinism, scoate în evidență un tipar orohidrografic geometrizat sub formă de:

- piramidă triunghiulară=trei creste+trei fețe (Mont Blanc, Dufourspitze, Grenzgipfel, Liskamm, Zumsteinspitze, Everest, Lhotse, Kancghendzonga, Manaslu, Nanga Parbat, Ismail Somoni, Aconcagua);
- piramidă pătrată=patru creste+patru fețe (Dhaulagiri, Makalu, Cho-Oyu, Korzhenevskaya, Lenin, Denali);
- prismă triunghiulară=creastă principală+două flancuri (Nordend, Signalkupe, Annapurna, Broad Peak, Shishapangma, Carstensz Pyramid);

- dom=creste radiar-divergente+fețe (K2, Gasherbrum, Dome du Gouter);

Aceste masive prezintă următoarele caracteristici geomorfo-funcționale:

- altitudine: peste 4500 m;
- localizare: în cadrul unor culmi principale sau secundare;
- elemente geomorfologice: vârful (summit), crestele/ muchiile (ridges, arête, cresta), fețele (faces) și înșeuările (col).

Influență patternului orohidrografic se reflectă în: poziția culmilor, vârfurilor și versanților în cadrul arealului muntos; relieful de amănunt (creste, fețe, pereți, umeri, trepte, văiugi/ hornuri, culoare și circuri glaciare); stabilirea căilor de acces spre vârfuri (pe văi, pe culmi, pe versanți, pe trepte, pe culoare glaciare etc.); durată, efort și tehnici de escaladare.

3. Suprafețe tehnice

În alpinism, suprafețele tehnice sunt suprafețe de teren care prezintă diferite elemente morfometrice (altitudine, înclinare, fragmentare, diferență de nivel, adâncime, lățime, lungime) și morfologice (pereți, abrupturi, muchii, creste, arcade, poduri, ravene, alpii, grohotișuri, stâlpi, ziduri, turnuri, coloane, fisuri, hornuri, trepte, cascade, surplombe, crevase etc.) care necesită utilizarea unor abilități și tehnici de deplasare, a unui echipament adecvat (bocanci, crampoane, colțari, piolet, ciocane-piolet, cască) și a unor dispozitive de asigurare (cabluri, trepte, scări, corzi, lonje, pitoane, carabiniere, nuci, hexere, came, ham, zelb etc.). Cu alte cuvinte, sunt suprafețe de teren care induc anumite dificultăți de deplasare, ce pot fi depășite doar prin folosirea unor tehnici, echipamente și dispozitive specifice.

Aceste suprafețe de teren se pot suprapune pe substrat constituite din sol (expus, acoperit cu vegetație), stâncă expusă, zăpadă, gheață și pot avea diferite forme de relief, reprezentate de versanți, culmi, vârfuri, văi, circuri glaciare, faleze, platouri, ghețari, iceberghi, cascade de gheață etc.

Deplasarea pe diferitele suprafețe tehnice se face pe două căi:

1) liber: prin folosirea microreliefului existent, reprezentat prin suprafețe plane, proeminențe, fisuri, ravene, hornuri, trepte, brâne;

2) asistat: cu ajutorul mijloacelor de asigurare, constituite din pitoane, șurube, came, carabiniere, corzi, scări, cabluri, trepte, balustrade.

În escaladă, există următoarele tipuri de suprafețe tehnice:

a) lespezi/plăci/dale:

- sunt fețe întinse de rocă, înclinate la mai puțin de 90^0 ;
- deplasarea pe aceste suprafețe necesită un bun simț al picioarelor (păstrarea greutății pe picioare, deplasare prin pățare), iar palmele și brațele sunt utilizate pentru echilibru;
- exemple de suprafețe sub formă de dale: Tuolumne Meadows, California; Joshua Tree National Park, California; Moab, Utah; South Platte, Colorado; Whitehorse Ledge, New Hampshire; Looking Glass Mountain, North Carolina;

b) pereți sau fețe verticale:

- sunt suprafețe înclinate la 90^0 ;
- deplasarea pe aceste suprafețe necesită: joc de picioare (pățare, utilizarea marginilor interioare și exterioare ale încălțărilor), menținerea greutății pe picioare, fapt care evită suprasolicitarea brațelor, găsirea centrului de greutate și a stării de echilibru, păstrarea poziției verticale a corpului, folosirea mâinilor și brațele pentru urcare;

- exemple de zone cu pereți de rocă: Shelf Road, Colorado; Smith Rock, Oregon; Red River Gorge, Kentucky; New River Gorge, West Virginia; Shawngunks, New York;

c) pereți sau fețe surplombate/suspendate:

- sunt suprafețe cu înclinare mai mare de 90° ;
- abordarea acestor suprafețe necesită: elasticitate, joc de picioare, tehnici speciale pentru picioare (realizarea unor cârlige cu călcâiul, introducerea degetelor de la picior în fisuri sub formă de came), găsirea punctelor de sprijin;
- exemple de zone cu suprafețe suspendate: Rifle Mountain Park, Colorado; American Fork Canyon, Utah; Red River Gorge, Kentucky; Kaymoor New River Gorge, West Virginia; Rumney, New Hampshire.

III.

Problema riscurilor și hazardurilor geomorfologice în cadrul activităților agrementale sportive

Practicarea activităților sportive agrementale pe anumite suprafețe de teren (rocă expusă, sol, zăpadă sau gheață), întâmpină o serie de riscuri induse de prezența elementelor critice în cadrul acestora, cum ar fi: fisurația, înclinarea, compactitatea, porozitatea, stratificația, coezivitatea și duritatea. În funcție de aceste elemente critice, dar și de anumite condiții externe (climatul, abordarea defec-tuoasă a suprafețelor, lucrări antropice) se pot declanșa o serie de hazarde geomorfologice, cum ar fi: rostogolirile, prăbușirile, surpă-rile, avalanșele și alunecările, care pun în pericol viața sportivilor.

În cele ce urmează, prezentăm pe scurt aceste hazarde și riscuri geomorfologice:

a) Rostogolirile de pietre:

- sunt deplasări individuale ale fragmentelor de roci pe suprafețe înclinate;
- aceste fragmente sunt prezente în regiunile montane afectate de variații termice, pe roci puternic fisurate (granite, calcare, conglomerate, gnaise);
- viteza de deplasare și repartizarea blocurilor rostogolite depinde de mărimea lor, cele mai mari ajungând la o distanță mai mare, față de locul din care au pornit;
- în urma rostogolirilor se formează trene de grohotișuri și conuri de grohotișuri;

- pentru evitarea producerii rostogolirilor de pietre sunt necesare: informarea asupra trecutului geomorfodinamic al regiunii (frecvența și intensitatea rostogolirilor, intervalul orar cu cele mai frecvente rostogoliri și căderi de pietre), evaluarea terenului (pantă, fisurație, tipul și mobilitatea fragmentelor), evitarea câmpurilor de grohotișuri suspecte de instabilitate, deplasarea în liniște pe suprafețele vizate (ex. rostogolirile de pietre de pe Marele Culoar din Mont Blanc);

b) Rostogolirile de gheață:

- sunt deplasări ale blocurilor de gheață desprinse de pe cascadele de gheață;
- se produc în regiunile montane unde există formațiuni de gheață foarte dezvoltate pe pâraie sau pe văi;
- măsuri de preîntâmpinare: evaluarea terenului, evitarea perioadelor critice, evitarea eglomerației de pe traseu, purtarea căștii de protecție;

b) Prăbușirile:

- sunt deplasări bruște a fragmentelor de roci compacte, pe abrupturi, a suprafețelor de teren situate deasupra unor cavități (peșteri, mine, ocne) sau a bucăților de gheață de pe cascade și de pe pereții stâncoși cu formațiuni de gheață;
- sunt favorizate de pantă și de gradul de fisurare a rocilor, sau de consistența gheții;
- factorii declanșatori pot fi naturali (panta, diaclazarea, variațiile termice între zi și noapte, încălzirea vremii) și antropici (escaladarea abrupturilor, escaladarea cascadei sau pereților de gheață, subsăparea bazei versantului, manevre greșite de escaladare);
- pentru evitarea producerii acestor hazarde sunt necesare: informarea asupra trecutului geomorfodinamic al regiunii, evaluarea abrupturilor, evitarea sectoarelor intens fisurate și cu separații mărunte, purtarea căștii, folosirea echipamentului adecvat, testarea repetată a prizelor, evitarea pereților stâncoși aglomerați;

c) Surpările:

- sunt deplasări bruște ale depozitelor de roci mai puțin coezive (argile, marne, loess-uri) pe suprafețe înclinate (maluri, râpe, faleze);
- declanșarea lor se produce prin subminarea bazei versantului;
- pentru evitarea declanșării surpărilor se cere: informarea asupra trecutului geomorfodinamic al locului, evaluarea terenului, evitarea deplasării prin sectoarele critice;

d) Avalanșele

- sunt deplasări ale maselor de zăpadă și gheață, în regiunile montane;
- cauzele potențiale: acumularea zăpezilor, panta versanților (peste 35°), configurația reliefului (văiuși, culoare, vâlcele, versanți expuși);
- cauze declanșatoare: grosimea depozitelor de zăpadă, creșterea temperaturilor, activitățile antropice;
- evitarea declanșării unei avalanșe, precum și măsurile de prevenire a accidentelor presupun: informare despre trecutul geomorfologic și nivologic al regiunii (frecvența avalanșelor, evenimente majore, victime, pagube), cunoașterea prognozelor meteorologice, evitarea zonelor înclinate și cu grosime mare a depozitelor de zăpadă, ocolirea sectoarelor critice (culoare, vâlcele, versanți expuși) și deplasarea pe culmi;

e) Alunecările de teren:

- reprezintă deplasări ale maselor de roci pe versanți;
- cauze potențiale: existența unor roci predispuse la alunecare (argile, marne), înclinarea versantului;
- cauze pregătitoare: precipitațiile atmosferice, expunerea solului prin suprapășunat sau defrișări;
- cauze declanșatoare: supraumectarea solului, eroziunea fluvială, cutremurele de pământ, acțiunea apelor subterane, lucrări antropice;

- ca măsuri de protecție împotriva efectelor generate de alunecări se recomandă: informarea despre trecutul geomorfodinamic al regiunii (alunecări vechi), evaluarea prealabilă a terenului, analizarea condițiilor meteorologice, evitați perioadele cu precipitații;

f) Sufoziunea:

- este procesul de mobilizare a particulelor fine de sol, pe cale chimică sau hidrodynamică, de către apele subterane;
- determină producerea surpărilor;
- se cere evaluarea terenului și evitarea zonelor afectate de sufoziune;

g) Tasarea:

- este o mișcare lentă, pe verticală, care afectează rocile moi (argile, marne, pietrișuri, nisipuri), impusă de greutatea proprie a depozitelor, de o suprasarcină (amplasarea unor construcții), de efectuarea unor lucrări în subteran (galerii de mină, galerii de metrou, tuneluri) sau de extracția unor zăcămintele care îmbibă rocile (petrol, gaze, șisturi bituminoase);
- determină denivelarea solului și producerea prăbușirilor;
- se cere evaluarea terenului și evitarea suprafețelor afectate;

h) Curgerile de noroi:

- sunt deplasări rapide ale depozitelor de pe versanții expuși datorită precipitațiilor abundente;
- materialele transportate sunt alcătuite din noroi și fragmente de roci, la care se adaugă materiale lemnoase și diferite obiecte;
- puterea lor distructivă este foarte mare, afectând căi de comunicație și așezări;
- măsuri de protecție împotriva acestor hazarde: informarea despre trecutul geomorfodinamic al zonei, evaluarea prealabilă a terenului, analizarea prognozelor meteorologice, evitarea perioadelor ploioase, evitarea zonelor critice.

Bibliografie

- Balch, E.S.**, (1900), „Glacieres Or Freezing Caverns”, RMSC Collection, digitallibraryindia.
- Bella, P.**, (2006), „Morphology of ice surface in the Dobsina Ice Cave”, 2nd International Workshop on Ice Caves. Proceedings, Demanovska Dolina.
- Bîca, I.**, (2013), *Geomorfologie turistică*, Ed. Argonaut, Cluj-Napoca.
- Cudalbu, Elena, Balsan, Felicia**, (1989), *Geologie și geomorfologie*, Ed. Didactică și Pedagogică, București.
- Dewey, M.**, (1995), *Mountain Tables: Tables of the Mountain and Hill Summits of England and Wales*, Flexibound.
- Grecu, Fl.**, (2009), *Hazarde și riscuri naturale*, Ed. Universitară, București.
- Gridan, T.**, (1983), *Petrologia-știința rocilor*, Ed. Albatros, București.
- Holler, P, Fromm, R.**, (2010), „Quantification of the hand hardness test”, *Annals of glaciology*, 51 (54), pp. 39-44.
- Ielenicz, M.**, (2004), *Geomorfologie generală*, Ed. Universitară, București.
- Irimuş, I.A.**, (1998), *Relieful pe domuri și cute diapire din Depresiunea Transilvaniei*, Ed. Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca.
- Irimuş, I.A.**, (2014), *Relieful. Potențial și valorificare turistică*, Ed. Risoprint, Cluj-Napoca.
- Kane, T.J.**, (2013), „Ripples in the Ice: employing ogives to deduce glacier behavior”, *Undergraduate Honors Theses*. 546.
- Kargel, W.**, (1981), *Alpinism. Tehnica sportului de munte*, Ed. Sport-Turism, București.
- King, C.A.M., Lewis, W.V.**, (1960), „A tentative theory of ogive formation”, *Journal of Glaciology*.
- Kurz, M.**, (1928), *Alpinisme hivernal*, Payot, Paris.
- Lemke, K, A.**, (2015), „Morphological classification of glaciers”, Department of Geography and Geology, University of Wisconsin-Stevens Point.
- Libbrecht, K.G.**, (2005) „The physics of snow crystals”, Institute of Physics Publishing, Norman Bridge Laboratory of Physics, California Institute of Technology, Pasadena, USA.

- Libbrecht, K. G.**, (2006), *Field Guide to Snowflakes*, Voyageur Press.
- Luetscher, M., Jeannin, P.-Y.**, (2004). „The role of winter air circulations for the presence of subsurface ice accumulations: An example from Monlési ice cave” (Switzerland), *Theoretical and Applied Karstology*, 17. 19-25.
- Mac, I.**, (1996), *Geomorfosfera și geomorfosistemele*, Ed. Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca.
- Macdonald, W.D.**, (1993), „Mechanisms for Ice Development in Ice Caves of Western North America”, *The Canadian Caver* 25/1-25/2.
- Matzl, Margret** (2006), „Quantifying the stratigraphy of snow profiles, Doctor of Science Degree”, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich.
- Nuttall, J., Nuttall, Anne**, (1989, 1990), *The Mountains of England and Wales*, Cicerone.
- Petje, U., Mikos, M., Majes, B.**, (2006), „Motion of rock masses on slopes”, *Geologija*, 49/2, 393-408, Ljubljana.
- Pielmeier, Christine, Schnnebeli, M.**, (2002), „Snow stratigraphy measured by snow hardness and compared to surface section images”, *International Snow Science Workshop. Proceedings*, Penticton B.C., pp. 345-352.
- Posamentier, H.W.**, (1978), „Thoughts on ogive formation”, *Journal of Glaciology*, 20, 82.
- Posea, Gr.**, (1986), *Geografia de la A a Z. Dicționar de termeni geografici*, Ed. Științifică și Enciclopedică, București.
- Stematiu, D.**, (1997), *Mecanica rocilor*, Ed. Didactică și Pedagogică, București.
- Stematiu, D.**, (2008), *Mecanica rocilor pentru construcții*, Ed. Conspress, București.

Webografie

- https://en.wikipedia.org/wiki/Lists_of_mountains_and_hills_in_the_British_Isles
- <https://osmaps.ordnancesurvey.co.uk/56.99568,-3.70812,10>
- <https://www.cicerone.co.uk/measuring-mountains-what-actually-is-a-summit>
- <http://www.8000ers.com/cms/8000ers-mainmenu-205.html>
- <http://www.prominentpeaks.org.uk/prominence.php>
- <https://www.vk5pas.com/what-is-prominence.html>
- <https://www.carleton.edu/departments/geol/links/alumcontributions/blueice/crev.html>
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Crevasse>

https://en.wikipedia.org/wiki/Ice_cave
<http://www.mountainprofessor.com/crevasses.html>
<https://www.swisseduc.ch/glaciers/glossary/longitudinal-crevasse-en.html>
<https://timberlinemtguides.com/instruction/multi-day-alpine-skills-courses/glacier-travel-and-crevasse-rescue/>
<https://www.nps.gov/articles/crevasses.htm>
<http://worldlandforms.com/landforms/crevasse/>
<http://glacierhub.org/2016/02/23/crevasses-offer-clues-about-glacial-dynamics/>
<https://www.asf.alaska.edu/blog/what-are-crevasses/>
<http://www.wisegEEK.com/what-is-a-serac.htm>
<http://www.mountainprofessor.com/serac.html>
<https://en.wikipedia.org/wiki/Serac>
<https://www.scienceabc.com/nature/how-waterfalls-freeze-mid-flow-frazil-ice-supercool-liquid.html>
https://en.wikipedia.org/wiki/Snow_line
<http://www.snowcrystals.com/science/science.html>
<http://www.snowcrystals.com/guide/guide.html>
<https://www.thoughtco.com/snowflake-chemistry-answers>
https://www.eoas.ubc.ca/courses/atsc113/snow/met_concepts/07-met_concepts/07b-newly-fallen-snow-density/
https://www.eoas.ubc.ca/courses/atsc113/snow/met_concepts/07-met_concepts/07f-stable-unstable-snowpacks/
<http://stream1.cmatc.cn/pub/comet/MountainMeteorology/SnowpackandItsAssessment/comet/afwa/snowpack/print.htm>
https://www.nasa.gov/pdf/186123main_SnowPitProcedures.pdf
https://www4.uwsp.edu/geo/faculty/lemke/alpine_glacial_glossary/landforms/htm
https://www4.uwsp.edu/geo/faculty/lemke/geol370/activities/02_Morphological_Classification_of_Glaciers.pdf
http://www.ipy.org/images/uploads/Marles_sea_ice_porosity_Polar_Week.pdf
<http://www.antarcticglaciers.org/modern-glaciers/glacier-flow-2/glacier-flow/>
<https://www.liveabout.com/types-of-rock-faces-for-climbing>

Ioan Bîca este șef de lucrări dr. la Facultatea de Geografie, specializarea Geografia Turismului, din cadrul Extensiei Bistrița a Universității Babeș-Bolyai. Prin natura meseriei, dar și prin pasiunea pentru geomorfologie și pentru activitățile agrementale sportive, a dobândit o anumită experiență în domeniu, în urma



expedițiilor de cercetare efectuate în Carpații Românești și în alte areale montane din Europa și din Asia, precum Mont Blanc, Triglav, Musala, Olimp, Vihren, Tatra, Vitoșa, Elbrus, Damavand și Ararat. În acest context profesional, cartea de față reprezintă, pe de-o parte, rezultatul acestor cercetări referitoare la influența pe care o are substratul asupra practicării diferitelor activități agrementale sportive, iar pe de altă parte, un îndrumar în ceea ce privește modul de înțelegere și abordare a substratului și a reliefului în desfășurarea acestor activități.

